



UNIVERSIDAD Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría de Posgrados

e Investigación

Escuela de Ingeniería

Maestría en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de
Calidad

TITULO DE LA TESIS.

“Reducción del porcentaje de piezas no conformes mediante la creación de la metodología para la administración y mantenimiento de los racks para el proceso de cromado”

Tesis que para obtener el Grado de Maestro
en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad

Presenta

Daniel Morales Balbuena

Director

Dr. Hertwin Minor Popocatl

Puebla, México.

Febrero, 2019.



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría de Posgrados

e Investigación

Escuela de Ingeniería

Maestría en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de
Calidad

Se aprueba la Tesis:

“Reducción del porcentaje de piezas no conformes mediante la creación de la
metodología para la administración y mantenimiento de los racks para el proceso
de cromado”

Comité de Revisión.

Dr. Hertwin Minor Popocatl

Director

Dr. Omar Aguilar Mejía

Asesor

Dr. Prudencio Fidel Pacheco García

Asesor

RESUMEN

En este trabajo se presenta la implementación de la metodología TPM, en los racks del proceso de cromado en la Empresa OTT México Industries S.A de C.V. para maximizar la eficiencia de estos, para ello se realizó un estudio de las condiciones en las operan dichos racks y cuál es la eficiencia que arrojan al proceso, para posteriormente crear un plan TPM que involucren a todo el personal de la organización desde la alta dirección, ingenieros y operadores con el fin de reducir los niveles de piezas no conformes producidas en la línea de cromado. Los Resultados preliminares obtenidos mostraron que si aplica de manera continua y persistente la metodología TPM, crea un sentido de pertenencia y compromiso en los miembros de la organización, reduce la sobre-producción desde el proceso de inyección y en el cromado, reduce la cantidad de expeditados hacia los clientes, la satisfacción de los mismos, la reducción en los niveles de almacenamiento, así como reducir la cantidad de piezas no conformes del 67% en promedio al 1, 3% generadas por la falta de mantenimiento en estos herramentales.

ÍNDICE

1. Introducción	6
1.1 Planteamiento del problema.....	6
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.	7
1.3 Descripción de la compañía.	7
1.3.1 Proceso de Inyección.	9
1.3.2 Proceso de Cromado.	13
1.3.2.1 Descripción del proceso de Cromado.	14
1.3.2.2 Ensayos sobre piezas cromadas	16
2. Marco teórico	16
2.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	17
2.1.1 Introducción	17
2.1.2 Definición del TPM	18
2.1.3 Objetivos del TPM.....	20
2.1.3.1 Objetivos Estratégicos.....	20
2.1.3.2 Objetivos Operativos.....	20
2.1.3.3 Objetivos Organizacionales.	21
2.1.4 Características del TPM.....	21
2.1.5 ¿Por qué el equipo sufre fallas y cómo estas fallas cambian de problemas menores a problemas mayores?	22
2.1.6 Enfoque de cuatro fases	23
2.1.7 Similitudes y diferencias entre TQM y TPM.....	25
2.1.8 Pilares de TPM.....	27
2.1.9 Las seis grandes pérdidas.	40
2.1.10 Pasos en la introducción de TPM en una organización.....	45
2.1.11 Casos de Implementación del TPM	47
3. Caso de estudio	55
3.1 Introducción	55
3.2 Implementación de Mantenimiento Productivo Total - TPM.....	61
3.3 Resultados de la implementación de Mantenimiento Productivo Total - TPM	80
4. Conclusiones y Recomendaciones.	90

4.1 Conclusiones.....	90
4.2 Recomendaciones.	91
5. Referencias.....	92
6. Anexos.	93
Bibliografía	94
Índice de Figuras	
Figura 1 Productos manufacturados en OTT México Industries S.A de C.V.....	8
Figura 2 Mapa de ubicación de OTT México Industries S.A de C.V.....	8
Figura 3 Principales Clientes OTT México Industries S.A de C.V.	9
Figura 4 Proceso de Inyección de Piezas Plásticas.	12
Figura 5 Rack de Cromado con piezas plásticas ya cromadas.....	14
Figura 6 Enfoque de mantenimiento preventivo de cuatro fases.	24
Figura 7 Las cuatro fases generales de la metodología de mantenimiento productivo total.....	25
Figura 8 Pilares de TPM	28
Figura 9 Las 6 gran perdidas.....	45
Figura 10 Línea de Cromado de OTT México Industries S.A de C.V.....	55
Figura 11 Componentes generales del rack de cromado.....	56
Figura 12 Contacto y punto de sujeción de acero inoxidable.	57
Figura 13 Ruptura y/o adelgazamiento de los puntos de contacto y sujeción.....	58
Figura 14 Degradación del plastisol.....	58
Figura 15 Poro en plastisol atacado por los químicos del proceso – Coral.....	59
Figura 16 Punto de contacto y sujeción dañado con un deficiente agarre.	59
Figura 17 Racks con capacidad disminuida por caída de puntos de contactos y/o sujeción.....	60
Figura 18 Formato de dimensiones generales para la fabricación de los racks de cromado.....	63
Figura 19 Prueba de arco eléctrico – Plastisol con porosidad.....	65
Figura 20 Formato “Identificación Rack Nuevo – Mantenimiento”.....	65
Figura 21 Formato “Identificación Rack Nuevo – Mantenimiento” en barra con Racks en validación con 1 ciclo.....	66
Figura 22 “Check List Recepción y Validación de Racks”	69
Figura 23 Racks sin un área de almacenamiento designada	70
Figura 24 Racks de cromado desorganizados y dañados por el pobre acomodo.	70
Figura 25 “Listado Maestro de Racks”.	71
Figura 26 5’s – Almacén de racks de cromado.	72
Figura 27 Pestaña Ficha Técnica del Formato “Ficha Técnica Rack”	73
Figura 28 Pestaña Registro del Rack del Formato “Ficha Técnica Rack”	74
Figura 29 Producción – Parte asignada a la captura de ciclos dentro de la pestaña Registro del Rack.	75
Figura 30 Mantenimiento – Parte asignada a la captura de los mantenimientos dentro de la pestaña Registro del Rack.	76
Figura 31 Registro de un “Mantenimiento Total” en el área de “Producción”	77
Figura 32 Resumen – Parte asignada para visualizar el estatus general de ciclos dentro de la pestaña Registro del Rack.	78
Figura 33 Resumen en sus 3 diferentes estatus.....	78

Figura 34 Formato de “Ayuda Visual”	79
Figura 35 “Ayudas Visuales” colocadas en el área de enrracado.	80
Figura 36 Distribución de “Ayudas Visuales” por cada 2 estaciones en área de enrracado.	80
Figura 37 Rack 1054 con alto deterioro en el plastisol y los puntos de contacto / sujeción.	81
Figura 38 Puntos de contacto / sujeción dañados y plastisol con fisuras que generan corales.	82
Figura 39 Reporte de Inspección Cromado – Análisis previo de eficiencia Racks 1054 y 1055	83
Figura 40 Reporte de Inspección Cromado – Análisis de causas específicas de piezas no conformes.	83
Figura 41 “Check List Recepción y Validación de Racks” - 0001- 1054 Y 1055- Knob Ring – Rechazado.	86
Figura 42 “Check List Recepción y Validación de Racks” - 0001- 1054 Y 1055- Knob Ring – Aceptado.	89
Figura 43 Reporte de Inspección Cromado – Análisis post mantenimiento de eficiencia Racks 1054 y 1055.	89
Figura 44 Reporte de Inspección Cromado – Resultados post mantenimiento.....	90

Índice de Tablas

Tabla 1 Resumen de lasas diferencias entre TQM y TPM.....	26
Tabla 2 Generalidades de los beneficios de TPM.	27
Tabla 3 Clasificación de los elementos en el área de trabajo.....	29

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema.

OTT México Industries S.A de C.V. es una empresa de inyección y cromado de piezas plásticas para la industria automotriz, dichas piezas plásticas deben cumplir cierta calidad solicitada por los clientes ya sean tier 1 (empresa nivel 1 en la cadena de suministro a OEM) u OEM (Original Equipment Manufacturer) dentro de esta calidad siempre está presente el aseguramiento de no tener presentes defectos como rayas, poros, quemaduras, faltas de adherencia, cambios de tono, faltas de metalizado, entre otros.

Estos defectos aparecen principalmente si los parámetros del proceso no son controlados, tales como la densidad de corriente, temperaturas y concentraciones de los químicos tales como el cobre, níquel y cromo.

Sin embargo existen otros factores que afectan directamente a la calidad del producto terminado, y son lo que denominaremos como racks de cromado. Estos racks son aquellos bastidores los cuales son de latón, aluminio o cobre, recubiertos de un plástico denominado plastisol y con puntos de contacto y sujeción de acero inoxidable los cuales son los que hacen contacto y/o se sujetan las piezas a estos.

Estos racks son herramientas, los cuales a través del uso se desgastan perdiendo propiedades y características como la ruptura y/o adelgazamiento de los puntos de contacto y sujeción, adelgazamiento y degradación del plastisol generando porosidad en la estructura del rack haciendo que los químicos del proceso se filtren y ataquen el material base, lo cual provoca que los racks no puedan sujetar las piezas adecuadamente, contaminen las diferentes etapas del proceso, disminuya su capacidad productiva y eleven el porcentaje de piezas no conformes.

Actualmente la mayoría de los racks de cromado en OTT México Industries S.A. de C.V. se encuentran en malas condiciones con falta de puntos de sujeción/contacto, ganchos rotos y recubrimiento plástico con poros y fisuras, generando un alto porcentaje de piezas no conformes, costos de sobreproducción, costos de almacenamiento, costos de inspección, costos de mano de obra debido a que no cuenta con ningún control o metodología a seguir para el correcto uso y mantenimiento de ellos.

1.2 Objetivos

A continuación se exponen los propósitos de manera general y específica que se definen en este proyecto.

1.2.1 Objetivo general.

El objetivo general de este proyecto es que en los próximos 6 meses se implemente una metodología en base a la filosofía TPM que logre reducir al 10% de piezas no conforme por rack, generada por la condición de operación de estos en el proceso de cromado.

1.2.2 Objetivos específicos.

A continuación se enlistan cada uno de los propósitos específicos a desarrollar durante la implementación de este proyecto.

- Elaborar inventario y estatus de racks de cromado físicos, identificando racks para serie, refacciones u obsoletos.
- Analizases actual del % de piezas no conformes por rack.
- Crear los formatos de administración y control: 1.- listado maestro de racks, 2.- fichas técnicas de racks, 3.- check-list de recepción y validación de racks.
- Elaborar el procedimiento documentado (manual con la metodología a seguir) sobre la administración y mantenimiento de los racks de cromado.
- Capacitar al personal involucrado en el uso de los formatos de administración y control mencionados en el tercer objetivo específico.
- Evaluar el desempeño del primer par de racks en el cual se implementa la metodología en base a la filosofía TPM.

1.3 Descripción de la compañía.

La empresa donde se desarrolla e implementa el trabajo de esta tesis lleva por nombre OTT México Industries S.A de C.V. y es una empresa que se dedica a la fabricación de piezas cromadas decorativas a través de la inyección de plásticos, procesos de galvanoplastia, pintado y ensamble de piezas, ofreciendo distintos tipos de cromado en plásticos. El giro del negocio se centra principalmente en el sector automotriz desarrollando piezas como emblemas, letras (escritas), manijas de coche, carcasas; e incursionando en el sector de línea blanca produciendo piezas como regaderas, llaves, acabados de refrigeradores, lavadoras y toalleros como se muestra en la figura 1.

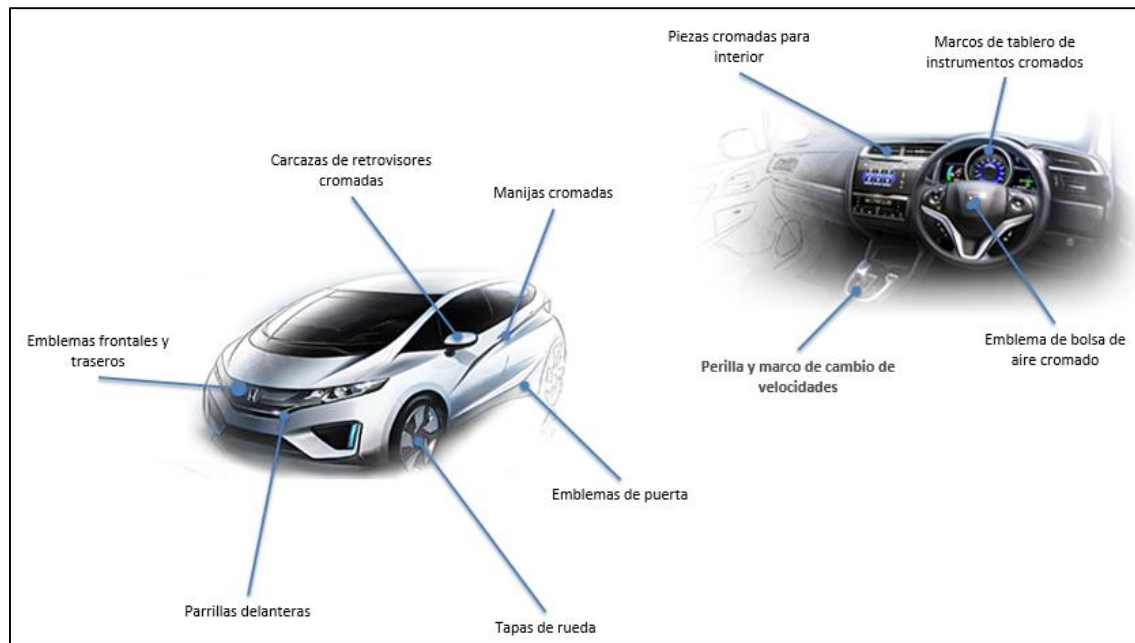


Figura 1 Productos manufacturados en OTT México Industries S.A de C.V.

Fundada en 1958 en Italia, OTT México Industries S.A de C.V. Decide abrir una planta en México en el año 2003, figura 2, empezando operaciones en el 2005 decidieron localizarla en el estado de Puebla gracias a la cercanía de las plantas automotrices y a la zona Metropolitana. Debido al incremento de la demanda en sus productos, OTT México Industries S.A de C.V. inaugura en el 2013 una segunda planta con una nueva línea de cromado semi-automática.

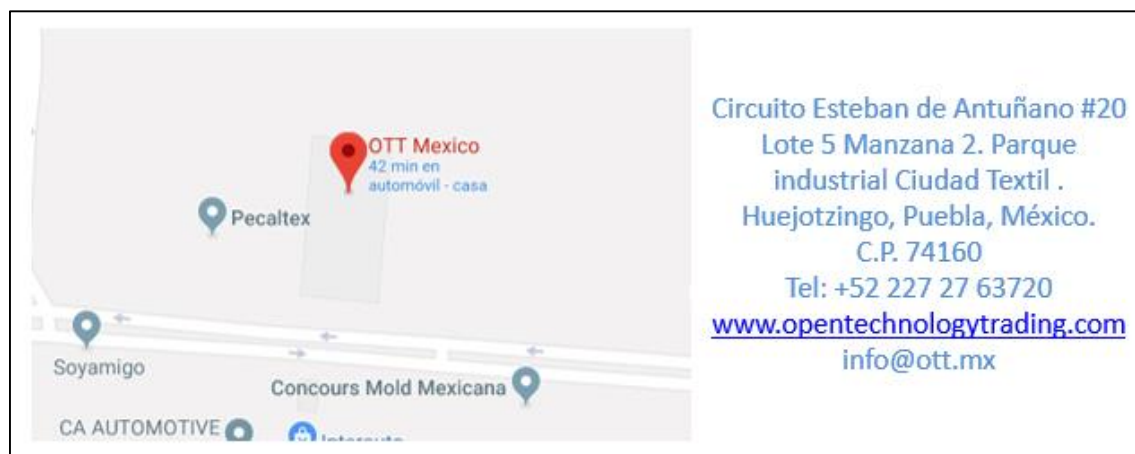


Figura 2 Mapa de ubicación de OTT México Industries S.A de C.V.

Gracias a la apertura de la segunda planta, y la nueva línea de cromado se desarrolló una mejor tecnología e incrementó en la capacidad de cromado, casi al doble de la línea anterior. Así mismo también se ofrecen 4 tipos de acabados nuevos. En el año 2014, la compañía decide

separarse de sus operaciones en Italia para una mayor autonomía y debido a que mostraron mejores índices de desempeño. Al contar con una nueva línea, y nuevos acabados, en el año 2015 OTT México Industries S.A de C.V. Incursiona en los productos de línea blanca. Esto con la finalidad de dejar de depender de la industria automotriz y sus cambios en el mercado, ya que el volumen de venta está directamente relacionado con el crecimiento de la empresa.

Actualmente la empresa cuenta con 280 empleados, y dentro de sus clientes principales automotrices figura 3: Grupo Volkswagen, Ford, GM, Honda, BM Industries, Truck-Lite, Marquardt, Mecaplast, KSS, Bocar, TRW Automotive, Magenti Marelli, Magna, Ficosa, Bitron entre otras.. En el año 2016 se iniciaron labores para renovar la primera planta y ampliar la capacidad de producción. En conjunto con la renovación de la primera planta, OTT México Industries S.A de C.V. se encuentra desarrollando la primera línea de cromado trivalente de México lo cual reducirá el impacto ambiental del proceso.



Figura 3 Principales Clientes OTT México Industries S.A de C.V.

1.3.1 Proceso de Inyección.

En OTT México Industries S.A de C.V. el proceso de manufactura de sus productos, comienza con el moldeo por inyección de piezas plásticas.

El proceso de obtención de una pieza de plástico por inyección, sigue un orden de operaciones que se repite para cada una de las piezas tal como se muestra en la Figura 4. Este orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes etapas:

a) Cierre del molde.

Con el cierre del molde se inicia el ciclo, preparándolo para recibir la inyección del material fundido. En esta fase se aplica la fuerza de cierre, que es aquella que hace la máquina para mantener cerrado el molde durante la inyección. Depende de la superficie proyectada de la pieza y de la presión real (presión específica), que se tiene en la cavidad del molde. (Camarero de la Torre, Matrices, molde y utillajes, Dossat, 2003)

b) Inyección: 1) Fase de llenado y 2) Fase de mantenimiento.

Una vez cerrado el molde y aplicada la fuerza de cierre, se inicia la fase de llenado del molde (inyección). El husillo de la unidad de inyección inyecta el material fundido, dentro del molde y a una presión elevada; al inyectar, el husillo avanza sin rotación. La duración de esta etapa puede ser de décimas de segundo hasta varios segundos, dependiendo de la cantidad de material a inyectar y de las características del proceso.

La finalidad de esta fase es llenar el molde con una cantidad suficiente de material. En la inyección son muy importantes las siguientes variables:

- Velocidad de inyección.
- Presión de inyección.
- Temperatura del material.

Durante el enfriamiento el material plástico se contrae dentro del molde, por este motivo se ha de añadir más material plástico para que el volumen de la pieza sea el deseado. En esta fase de mantenimiento, que es posterior a la del llenado en la inyección, la presión interior de la pieza va disminuyendo. Esto ocurre ya que se va enfriando y aumentan las pérdidas de carga desde el husillo hasta el interior del molde. De esta manera, la velocidad de inyección del tornillo es baja porque tiene la finalidad de alimentar, con una cantidad suficiente de material, la cavidad; además de compensar las contracciones que sufre la pieza durante la solidificación.

Cuando la presión ha caído hasta el valor del entorno se puede dar por finalizada la fase de mantenimiento. Esta fase condiciona ciertas características de la pieza final, tales como el peso total, sus tolerancias dimensionales y características internas. Las variables en esta fase son:

- Tiempo de mantenimiento de la segunda presión.
 - La temperatura del molde.
 - Nivel de presión de mantenimiento.
-

- Ajuste del tiempo de mantenimiento.

(Camarero de la Torre, Matrices, molde y utillajes, Dossat, 2003)

c) Plastificación o dosificación y enfriamiento

Después de aplicar la presión de mantenimiento, comienza a girar el husillo; de forma que el material va pasando progresivamente de la tolva de alimentación a la cámara de inyección, homogeneizándose tanto su temperatura como su grado de mezcla. Esta fase se realiza en forma paralela a la etapa de enfriamiento, acelerando así el tiempo total de ciclo. A medida que el husillo va transportando el material hacia delante, éste sufre un retroceso debido a la acumulación que se produce en la zona delantera. El retroceso del husillo finaliza cuando éste ha llegado a una posición definida con anterioridad. En este momento ya está todo preparado para poder inyectar la siguiente pieza. En la etapa de plastificación también intervienen otros factores importantes como:

- La velocidad de giro del husillo.
- La contrapresión.
- La succión.

La velocidad de giro del husillo debe escogerse en función del diámetro del mismo y de la viscosidad del material. La velocidad óptima, es aquella para la que el tiempo de carga es igual al tiempo de refrigeración que necesita la pieza inyectada. Un tiempo largo de carga provoca una masa fundida homogénea. Una velocidad excesivamente alta puede generar la presencia de infundidos y una homogeneización insuficiente del material en el interior del cilindro.

La contrapresión tiene como función principal, garantizar una adecuada plastificación y homogeneización del material, también tiene como función, frenar el retroceso del husillo en la etapa de plastificación. Un aumento de la contrapresión implica que aumente el tiempo de plastificación, la compresión sobre el material y, por tanto, la cantidad de material acumulado y la temperatura de la masa fundida.

Al contrario, contrapresiones bajas pueden dar lugar a piezas inconsistentes y una insuficiente homogeneización del material. Por último, la succión se utiliza principalmente para reducir el goteo de material. Normalmente se suele trabajar con descompresión pequeña o nula. (Camarero de la Torre, Matrices, molde y utillajes, Dossat, 2003)

d) Apertura del molde y expulsión de la pieza.

Cuando se considera que el material de la pieza ha alcanzado la temperatura denominada de extracción, el molde se abre y se expulsa la pieza de su interior para reiniciar el ciclo de inyección. (Camarero de la Torre, Matrices, molde y utillajes, Dossat, 2003)

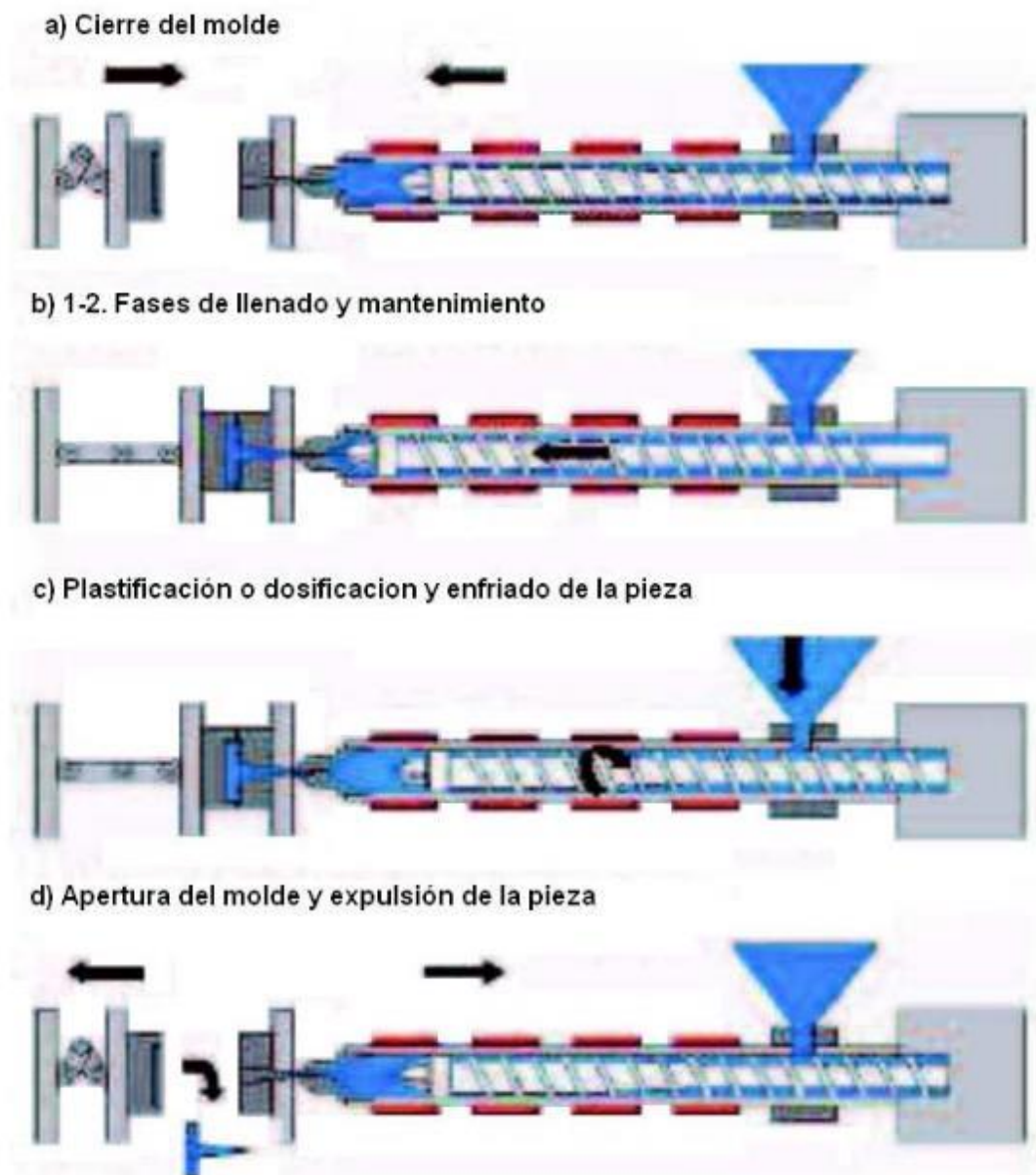


Figura 4 Proceso de Inyección de Piezas Plásticas.

Una vez retirada la pieza plástica del molde, esta es empackada para ser enviada a la siguiente fase del proceso productivo, que es el área de cromado, donde a la pieza se le darán los acabados estéticos finales.

1.3.2 Proceso de Cromado.

El cromo fue descubierto en 1797 por el químico francés Louis Nicolas Vauquelin, que lo denominó cromo (del griego chroma, 'color') debido a los múltiples colores de sus compuestos. El cromo es un elemento común y ocupa el lugar 21 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre. Su masa atómica es 51,996 gr.; su punto de fusión es de 1.857 °C, su punto de ebullición de 2.672 °C y su densidad 7,2 gr/cm³. (Coreño, Tomasini y Reyna, Cromo: lo bueno y lo malo, los inicios de una historia, UAM, 2010)

Desde el origen de la civilización, la humanidad ha ambicionado poseer el brillo de ciertos metales. La práctica ciertamente es de origen antiguo: en Asia, Egipto, Grecia, Roma y durante el Renacimiento se utilizó el arte de dorar recubriendo con una delgada capa de oro real o artificial para embellecer superficies de madera, metal, marfil, cuero, papel, porcelana y tejidos además de elementos decorativos, cúpulas y bóvedas de edificios. (Coreño, Tomasini y Reyna, Cromo: lo bueno y lo malo, los inicios de una historia, UAM, 2010)

El metal más fácil de usar era el cobre debido a su calidad decorativa, disponibilidad, protección y a que puede pulirse para conseguir un alto brillo. El problema es que se empaña rápidamente con la atmósfera por lo que requiere ser barnizado o ser objeto de un mantenimiento continuo. Con la llegada de las máquinas y el uso intensivo del acero hubo que buscar un procedimiento válido para protegerlos. Por ello, y con el fin de solucionar los anteriores problemas se optó por recubrir el cobre con una capa de níquel. (Coreño, Tomasini y Reyna, Cromo: lo bueno y lo malo, los inicios de una historia, UAM, 2010)

En sus primeros tiempos los recubrimientos de níquel eran mates, un metal de color gris que no reflejaba la luz. Se denominaba "Dull Nickel" y su problema era que las huellas de los dedos quedaban marcadas por lo que era normal protegerlo con una delgada capa de aceite. Más tarde surgió "Polished Dull Nickel" que no era otra cosa que el níquel mate pulido, un metal blanco lustroso con cierto tinte amarillo que puede pulirse hasta conseguir un alto brillo y cuya resistencia al empañamiento es mayor. Al contrario, el "Bright Nickel" (Níquel brillante) es suave y dúctil como el cobre y también es mucho más resistente al tiempo. Estos recubrimientos son los utilizados en las máquinas y vehículos hasta aproximadamente 1930, cuando fueron sustituidos por el recubrimiento de cromo. (Coreño, Tomasini y Reyna, Cromo: lo bueno y lo malo, los inicios de una historia, UAM, 2010)

Hacia esta fecha, y coincidiendo con el movimiento "Art-Decó" iniciado en 1925, el uso de superficies cromadas se generalizó y buena muestra de ello son los diseños del arquitecto Ludwig Mies Van der Rohe, con sus columnas y muebles cromados. (Coreño, Tomasini y Reyna, Cromo: lo bueno y lo malo, los inicios de una historia, UAM, 2010)

Asimismo, gran cantidad de elementos decorativos incluyendo la joyería de imitación adoptaron el brillo del cromado. Entonces, y queriendo estar a la vanguardia de la moda y la técnica, la industria británica adoptó el cromo como revestimiento de protección y embellecimiento. Se le llamó "Bright Chrome", cromo luminoso, y dado que su mantenimiento era bajo, no se empañaba por los agentes atmosféricos y su brillo era superior logró desplazar al níquel. Existe también un acabado denominado "Dull Chrome", óptima si no se desea brillo pero de escasas aplicaciones en la actualidad. El único problema que puede afectar al cromo es la degradación del níquel depositado como base, por lo que la calidad del cromado está determinada por el grosor de la capa de níquel. (Maloney, Manual del ingeniero químico, McGraw Hill, 2008)

1.3.2.1 Descripción del proceso de Cromado.

Todo comienza cuando las piezas son colocadas en racks, los cuales sujetaran las piezas durante todo el proceso de cromado tal y como se muestra en la figura 5. En OTT México Industries S.A de C.V. la línea de cromado es semi-automatizada y va sumergiendo el rack en diferentes tinas con los químicos necesarios dependiendo del tipo de acabado, donde completar todo el proceso de la línea de cromado, toma alrededor de 3 horas y media.



Figura 5 Rack de Cromado con piezas plásticas ya cromadas

Los recubrimientos de cromo por baños electrolíticos se utilizan como capas protectoras contra la corrosión y como acabado decorativo. En general, estos recubrimientos se realizan en baños químicos formulados con cromo hexavalente. En el caso de los plásticos el recubrimiento tiene fines puramente decorativos. Es un proceso muy utilizado en piezas plásticas para automóviles.

Considerando que los plásticos no son conductores de la electricidad, requieren ser sometidos a procesos complejos de pretratamiento para poder recibir los recubrimientos técnicos que les confieren las propiedades. Esta preparación es compleja y contempla el uso de productos de alta toxicidad y difícil control. Los plásticos que se croman en OTT México Industries S.A de C.V. son el ABS y PC-ABS.

Para que la deposición de cromo sea correcta y se obtenga el color y brillo deseado, se aplica previamente sobre la pieza plástica capas sucesivas de níquel semi-brillante y níquel brillante. Además, dependiendo de los artículos a tratar, se debe aplicar una capa promotora de adherencia de cobre. La introducción de las capas metálicas intermedias aumenta las posibilidades de la corrosión de la pieza con el mínimo defecto de la capa final de cromo. (Harper, Handbook of Plastic Processes, 2006)

Para comenzar con el proceso la pieza plástica a cromar se limpia para eliminar suciedad, grasas o polvo que pueda tener adherida a la superficie. La limpieza se realiza mediante disolventes orgánicos para eliminar óxidos y partículas de la superficie con el mínimo ataque, preferiblemente en baños de etanol durante un periodo de tiempo comprendido entre 5 y 20 minutos. (Perry, Manual del Ingeniero Químico, 1934)

La pieza ya limpia de grasas, se sumerge en una tina con solución de ácido crómico (al 20 - 30 %) a unos 80°C. Al hacerlo se “disuelve” uno de los componentes de estos plásticos, generando micro-poros en la superficie de la pieza. Luego de lavada la pieza con agua, se sumerge en una solución de cloruro de paladio al 1% y a 70°C para activar el plástico, es decir, hacerlo conductor de la electricidad y posteriormente se seca mediante secadores de aire caliente. (Perry, Manual del Ingeniero Químico, 1934)

En el siguiente paso, se sumerge la pieza, sujeta a un conductor de cobre para el paso de la corriente (cátodo), en un baño de cobrizado por inmersión, este baño se usa a 70°C aproximadamente. Al sumergir el plástico “activado” con paladio, sale el paladio de los poros de la superficie y entra cobre, saliendo la pieza con una delgada capa de cobre, que se puede engrosar en un baño electrolítico tradicional. Sobre esta segunda capa de cobre ya se puede colocar Níquel, Bronce y Cromo. (Perry, Manual del Ingeniero Químico, 1934)

Prácticamente, todo el cromado actual se efectúa, mediante una solución de ácido crómico que contiene una pequeña pero bien determinada proporción de sulfato, ácido sulfúrico

generalmente, al que se añade a veces cierta cantidad de sulfato sódico. Las concentraciones absolutas de ácido crómico y sulfato en el baño, son de importancia secundaria con relación al factor principal, que es la relación de ácido crómico a sulfato. Esta relación es mejor mantenerla alrededor de 100:1, y dentro de los límites de 200:1 y 50:1, relaciones de concentraciones límites entre las cuales se efectúa el depósito.

1.3.2.2 Ensayos sobre piezas cromadas

Para demostrar la excelente adherencia del recubrimiento así obtenido, así como la excelente protección frente a la corrosión química de los artículos recubiertos según el procedimiento descrito previamente, se realizan ensayos según la guía estándar D6577-00a para ensayos de recubrimientos industriales protectores. Los ensayos a destacar son los siguientes:

A) Ensayo de adherencia según el estándar ASTM D3359-02 referente a la medida de la adherencia mediante cinta adhesiva. Dicha prueba consiste en la aplicación de una cinta adhesiva sobre la superficie de la pieza, con inspección microscópica posterior de la zona de la pieza sometida al ensayo. La capa debe aparecer inalterada conservando una superficie lisa y brillante.

B) Ensayo de resistencia a la cámara salina (ASTM B-117).

Tras someter las piezas recubiertas a una atmósfera salina al 5% de cloruro sódico a una temperatura de 35°C, se someten a un examen visual y, posteriormente, a la prueba de adherencia. La capa debe aparecer inalterada. A este ensayo también se lo denomina CASS.

C) Ensayo de resistencia a la humedad (ASTM D2247).

En esta prueba, las piezas recubiertas se sumergen en agua a 38°C. No se debe ver afectada la capa de cromo. (Maloney, Manual del ingeniero químico, Mcgraw Hill, 2008)

2. Marco teórico

Para entender el contexto de nuestro proyecto a continuación se definen los aspectos en los cuales se base el desarrollo de nuestro caso de estudio, donde los principales tópicos que revisaremos son las definiciones, beneficios e implementación para el proceso de la administración de los racks del proceso de cromado, incluyendo los efectos de uso de la metodología Mantenimiento Productivo Total también conocido como TPM por sus siglas en inglés Total Productive Maintenance.

2.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

A continuación se explicara la metodología principal en la cual se desarrolla este proyecto de tesis, la metodología TPM - Total Productive Maintenance, la cual es fundamental dentro de toda Organización para el correcto funcionamiento de las maquinas, equipos y en este caso los Herramientales para el proceso de cromado.

2.1.1 Introducción

Hoy en día, la mayoría de las industrias emplean equipos sofisticados para producir productos. El uso de equipos avanzados no solo proporciona ventajas estratégicas para muchas compañías sobre sus competidores, pero también en muchos casos es una necesidad para la supervivencia. Los recientes desarrollos en los sistemas de información y tecnología informática han llevado a una explosión de innovaciones en equipos y tecnología robótica. Como resultado, las características de los equipos de fabricación han cambiado significativamente en los últimos años, especialmente en las industrias de alta tecnología. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

Primero, la complejidad en el equipo aumenta. Por ejemplo, en el pasado, la mayoría de las máquinas eran unidades independientes. Ahora, muchas máquinas están conectadas a una red de fabricación computarizada para formar una línea de fabricación automatizada. Muchas máquinas tienen más piezas y operan con mayor velocidad y precisión que anteriormente. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

En segundo lugar, la tecnología que cambia rápidamente lleva a un ciclo de vida del equipo más corto. En el pasado, la vida útil de una máquina generalmente terminaba cuando fallaba y no se podía reparar. Hoy en día, muchas máquinas son reemplazadas debido a la obsolescencia de la tecnología, aunque todavía están en buenas condiciones. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

Finalmente, el costo del equipo se ha vuelto cada vez más costoso. A medida que el costo de los equipos aumenta, las ineficiencias en la utilización de los equipos tienen un mayor impacto en la producción y los beneficios de una empresa. Administrar el rendimiento del equipo se ha convertido en una prioridad en muchas compañías. En las industrias de alta tecnología, la situación se empeora porque la tecnología se vuelve obsoleta a un ritmo rápido, lo que lleva a una corta vida útil del equipo. Para maximizar el rendimiento de la inversión en un período corto, las empresas a menudo utilizan sus equipos por más tiempo y presionan a las máquinas para que operen al límite en términos de velocidad y precisión. Como resultado, la gestión del rendimiento del equipo se ha convertido cada vez más en una tarea desafiante. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

La administración del equipo ha pasado por muchas fases. La primera fase fue la fase de gestión de averías en el período anterior a 1950. En esta fase, las máquinas solo recibían servicio cuando necesitaban reparaciones. La segunda fase fue la fase de mantenimiento preventivo (MP) en la década de 1950. Durante este período, se estableció la función de mantenimiento y las actividades de PM basadas en el tiempo fueron generalmente aceptadas. La tercera fase fue la fase de mantenimiento productivo en la década de 1960. Las características clave de este período fueron la confiabilidad del equipo y el enfoque de mantenimiento, así como la conciencia de costos en las actividades de mantenimiento. La cuarta fase fue el mantenimiento productivo total (TPM) en la década de 1970. Este período fue significativo para expandir las técnicas de mantenimiento para incluir aspectos tales como factores humanos y diseño de equipos. La quinta fase fue TPM con mantenimiento predictivo (PdM). Esta fase prevaleció desde la década de 1980 hasta mediados de la década de 1990, cuando el concepto de mantenimiento basado en la condición llamado PdM se aplicó ampliamente a través de la implementación del mantenimiento computarizado. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

El tiempo de inactividad puede llevar a cualquier organización a un punto muerto. La fabricación tradicional opera bajo la mentalidad de "lo reparamos" en la que el departamento de mantenimiento realiza todas las actividades de mantenimiento. Estas actividades son mantenimiento de "lucha contra incendios" que ocurre cuando una máquina se descompone. El departamento de mantenimiento realiza un mantenimiento preventivo; sin embargo, hay un tiempo limitado para esto porque se realiza alrededor de los tiempos normales de operación de la máquina. En el entorno de fabricación tradicional, el departamento de fabricación funciona bajo la mentalidad "operamos" y "funcionó hasta que se rompe" (Cudney, 2009). Los operadores generalmente no realizan ninguna actividad de mantenimiento. En cambio, los operadores se ponen en contacto con el mantenimiento cuando se produce una avería de la máquina. Además, los operadores están inactivos durante las actividades de mantenimiento. Cuando un proceso está operando con flujo continuo y extracción, un equipo hacia abajo afecta todos los pasos anteriores ya que el operador solo puede extraer el trabajo del paso anterior. La mentalidad incorrecta es construir producto entre procesos "por si acaso" hay un colapso. Esta es la razón por la que el mantenimiento productivo total (TPM) es tan vital para que las organizaciones se vuelvan Lean. TPM se utiliza como parte de la iniciativa Lean para mejorar el tiempo de actividad y la confiabilidad del equipo. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

2.1.2 Definición del TPM

Es un sistema de administración diseñado para facilitar el desarrollo de la industria, se apoya en la participación proactiva de todo el personal que compone la empresa, incluyendo a los proveedores, se soporta en las ciencias técnico-administrativas que le permiten obtener una mejora constante en la productividad y calidad de sus productos o servicios haciendo énfasis en la predicción y prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos.

El TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos”. (Dounce, E. Un Enfoque Analítico Del Mantenimiento Industrial, México, Editorial Continental, 2006)

“El TPM es un sistema que permite optimizar los procesos de producción de una organización, mejorando su capacidad competitiva con la participación de todos sus miembros, desde la alta gerencia hasta el operario de primera línea. Esta estrategia gerencial de origen oriental permite la eliminación rigurosa y sistemática de las pérdidas, el logro de cero accidentes, alta calidad en el producto final con cero defectos y reducción de costos de producción con cero averías o fallas. TPM necesita del trabajo en grupos, que sean autónomos y permitan consolidar tareas específicas, en lo administrativo, productivo y en la gestión de mantenimiento que conlleven a procesos más eficaces para contribuir al objetivo general de la empresa.

TPM es orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones para ser más competitivos, transforma los lugares de trabajo hasta proyectarlos de buena apariencia elevando el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de mantenimiento y producción e involucrando al 100% del personal. Con la participación del personal se tiene más motivación, sugerencias de mejora y deseos de éxito, debido al cambio de pensamiento que se da al interior de la organización. El TPM es una cultura que aprovecha y multiplica las ventajas que dan las destrezas habilidades, liderazgo y compromiso de todos los miembros de la organización”. (Cuatrecasas, L. TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción, Barcelona, Editorial Gestión 2000, 2003)

“El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implementadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales”. (Alvarez, H. TPM y Aprendizaje Organizacional, Ceroaverías, 2008).

Con las definiciones anteriores se puede decir que el Mantenimiento Productivo Total TPM es un sistema que busca optimizar los procesos de producción, la competitividad, y la comunicación en una organización, busca el desarrollo industrial utilizando como herramienta a todo el personal involucrado en la organización, haciendo que sea de vital importancia la participación en las labores de mantenimiento en todos los niveles, desde los directivos hasta los el personal operativo.

2.1.3 Objetivos del TPM

El objetivo del TPM es lograr la eficiencia del mantenimiento productivo a través de un sistema comprensivo basado en el respeto a los individuos y en la participación total de los empleados. Por eso debe existir en todo el personal una preparación muy cuidadosa y enfocada a todas las actividades que realiza la organización.

Tiene la mira de maximizar la efectividad del equipo con un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra toda la vida del mismo. Involucrando a cada uno en todos los departamentos y en todos los niveles, motiva al personal para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias. También está enfocado a la obtención del máximo rendimiento y eficacia global de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos que lo forman.

TPM se centran en la eliminación o reducción de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las defunciones y defectos derivados de los procesos que intervienen en los equipos.

2.1.3.1 Objetivos Estratégicos.

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

Algunos de los objetivos estratégicos son los siguientes:

- Inicio de producción de nuevos productos en tiempo oportuno y forma efectiva.
- Adecuación flexible a las tendencias de la demanda.
- Reducción de costos de las mercancías.
- Garantía de un gran nivel de calidad.
- Conservación de recursos naturales y energéticos

2.1.3.2 Objetivos Operativos.

El TPM tiene como Propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Los principales objetivos operativos son:

- Evitar la degradación de los equipos debido a las averías, aumentos de producción y de calidad.
- Evitar la degradación de los equipos por operativa continua con carga elevada.
- Reducir los equipos con defectos, por deficiencias en los proyectos.
- Mejorar el conocimiento y concienciación sobre el control de los equipos.
- Elevar la moral con satisfacción en la operativa y el control de los equipos.
- Reducción de averías de los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos (setup).
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de herramientas y equipos

2.1.3.3 Objetivos Organizacionales.

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Algunos de los objetivos del TPM enfocados a la organización son los siguientes:

- Formación y entrenamiento de los recursos humanos.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Participación de todo el personal de la organización.
- Romper las barreras de la comunicación.
- Crear una cultura organizacional nueva y eficaz.
- Mayor capacitación al personal para desarrollar sus habilidades creativas, de análisis, soluciones y aportación de ideas.

2.1.4 Características del TPM

El TPM es una herramienta que cuenta con diversas características siendo un ejemplo de estas las siguientes:

- Realización de acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
 - Participación amplia de todas las personas de la organización.
 - Es observada como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
 - Orientada a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
-

- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El modelo original TPM propuesto por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implementar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

2.1.5 Fallas en los equipos y cómo estas fallas cambian de problemas menores a problemas mayores.

La pregunta no es tan simple como parece, o para ser más precisos, la respuesta no lo es. A medida que comencemos a investigar y aplicar la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), rápidamente descubriremos que las fallas tienen una variedad de causas. Algunas se deben a fallas de equipos reales, impredecibles y "esporádicas", pero también descubriremos que un gran número de fallas, si no la mayoría, se deben a lo que TPM llama con razón "deterioro de la condición básica". Cubre muchas opciones ya que tenemos que definir tanto el deterioro (sus tipos y las diferentes causas) como la condición básica. Si comenzamos por considerar las causas raíz del deterioro, descubriremos que se subdivide en dos tipos diferentes: natural y forzado. Sus nombres son un poco entregados en cuanto a lo que significan, pero una comprensión de los conceptos de deterioro natural y forzado ayudará inmensamente a apreciar cuál es la condición básica y por qué los equipos no son confiables. (Borris, Total Productive Maintenance, McGraw-Hill, 2006, pag. 15)

El mantenimiento productivo total es un enfoque innovador para el mantenimiento de equipos que involucra al personal de mantenimiento y los operadores que trabajan en equipos que se concentran en eliminar las averías de los equipos y los defectos relacionados con los equipos. Es un enfoque sistemático para mejorar la producción y los sistemas de calidad al incluir a todos los empleados a través de una inversión moderada en mantenimiento (Cudney et al., 2013). El apoyo total de todos los empleados y la alta dirección es necesario para que TPM tenga éxito. TPM es también un aspecto clave en un sistema de gestión de calidad, que en el caso que se presenta es necesario para cumplir con el punto 8.5.1.5 – Mantenimiento Productivo Total de la norma IATF 16949:2016. TPM se esfuerza por aumentar la productividad invirtiendo en el mantenimiento adecuado para reducir las pérdidas. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 1)

2.1.6 Enfoque de cuatro fases

El enfoque inicial de TPM es devolver el equipo a la condición de nuevo y evitar un mayor deterioro. La implementación de cronogramas de mantenimiento preventivo (PM) es el primer paso para eliminar el deterioro. En la Figura 6 se presenta un enfoque de cuatro fases para los horarios de PM.

En el desarrollo del cronograma de PM de cuatro fases, la primera fase consiste en:

- Inspeccionar el equipo objetivo.
- Utilizar listas de verificación personalizadas.
- Etiquetar y documentar problemas.

La segunda fase implica:

- Priorizar los problemas identificados.
- Identificar las causas de los problemas de mayor prioridad.

Las herramientas más utilizadas en esta fase incluyen lluvia de ideas, recopilación de datos y experiencia de mantenimiento / operador.

En la fase 3, el enfoque consiste en:

- Desarrollar estándares de inspección.
- Construir cronogramas de PM.

Los estándares de inspección deben ser estándares escritos. Estos son esenciales para desarrollar horarios precisos de PM. Deben comunicar el procedimiento necesario para llevar a cabo un PM efectivo.

Finalmente, la cuarta fase es:

- Impartir capacitación.
- Implementar horarios de PM.
- Monitorear y ajustar.

La capacitación efectiva debe ser desarrollada y entregada a los operadores específicos y al personal de mantenimiento. Esto es necesario para una implementación eficaz de PM. Además, la implementación de mediciones de monitoreo proporciona el vehículo para ajustar y cambiar el rendimiento del equipo. La efectividad general del equipo es una herramienta de monitoreo efectiva por estos motivos.

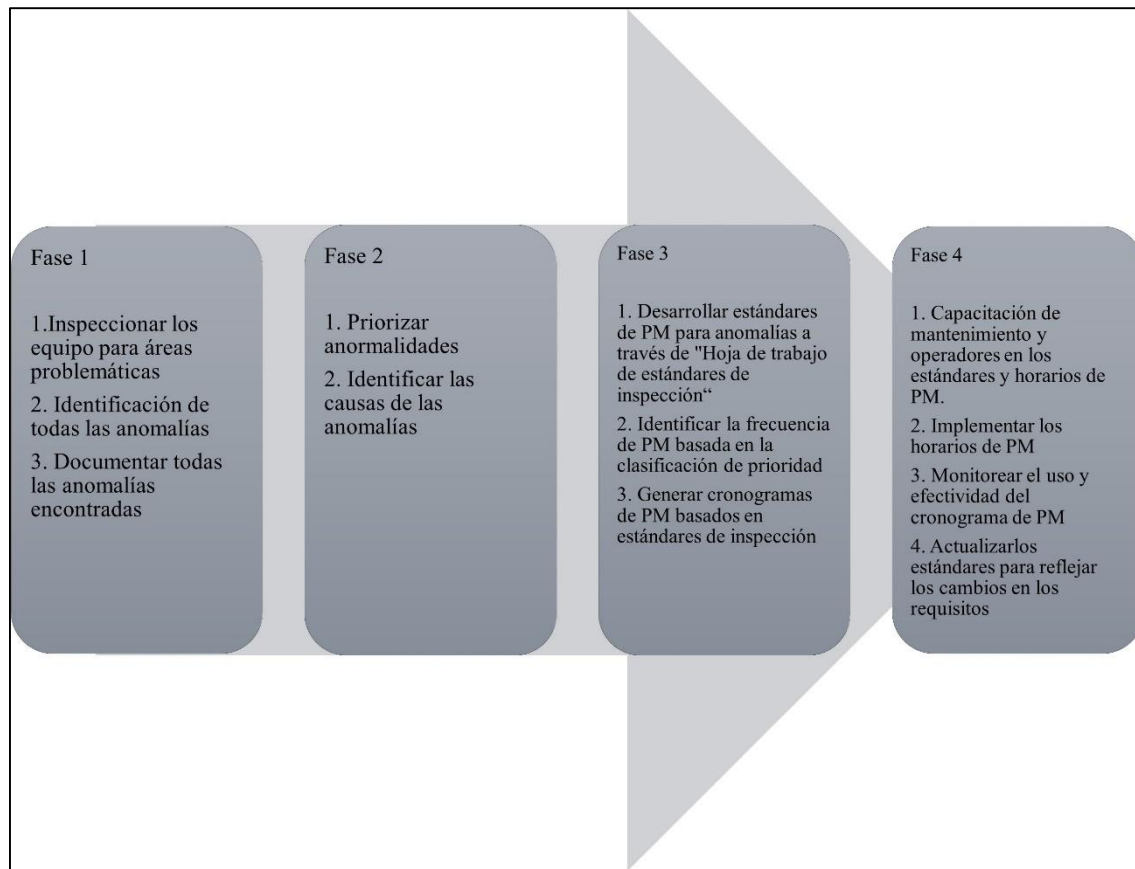


Figura 6 Enfoque de mantenimiento preventivo de cuatro fases.

La metodología de mantenimiento productivo total consta de cuatro fases clave, como se describe en la Figura 7. La metodología comienza devolviendo el equipo a condiciones casi nuevas. A continuación, el foco está en cero averías a través del mantenimiento adecuado. La tercera fase se centra en la consolidación de información para uso futuro. La fase final de TPM es cero defectos.

El mantenimiento preventivo es un método de mantenimiento del equipo basado en el tiempo o en el uso. Al igual que el mantenimiento de los cambios de aceite en su automóvil, las actividades de mantenimiento se realizan en el equipo en función del tiempo o los intervalos de uso definidos para evitar que se produzcan averías en los equipos. Ejemplos de mantenimiento preventivo son los horarios de PM y las actividades del equipo.

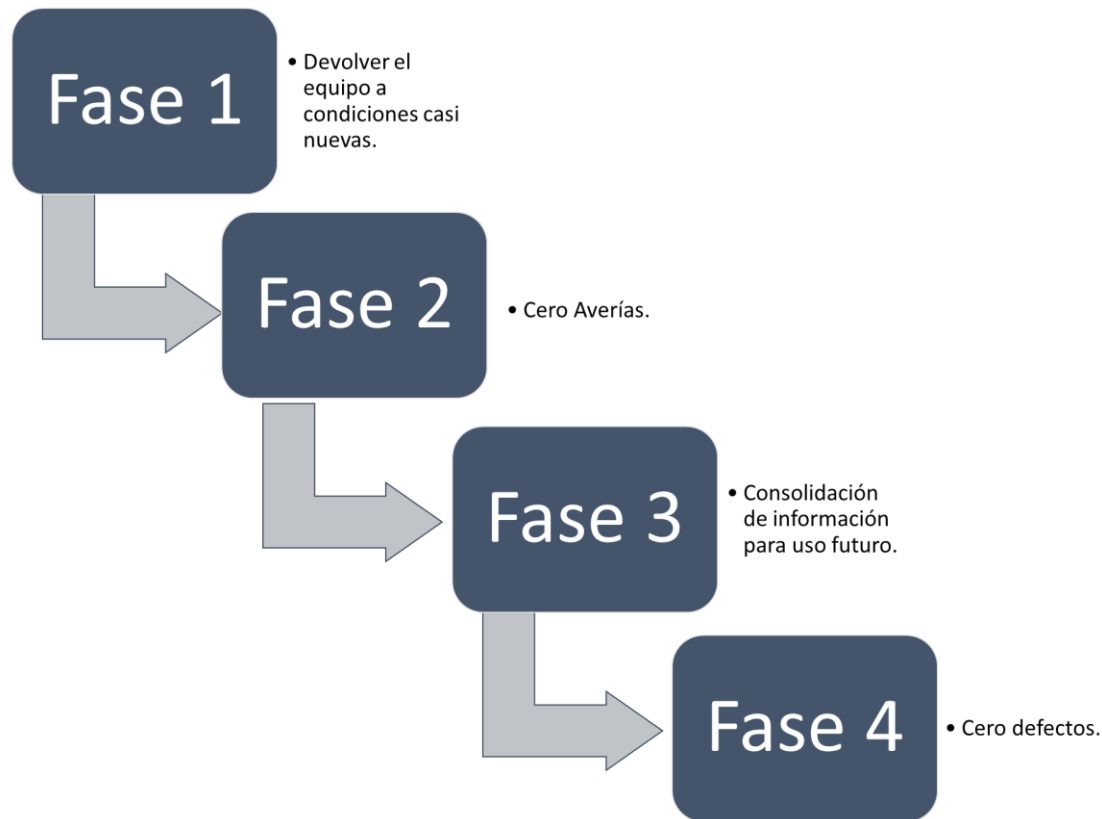


Figura 7 Las cuatro fases generales de la metodología de mantenimiento productivo total

El mantenimiento predictivo es un método basado en la situación para mantener el equipo. Las actividades de mantenimiento se realizan en equipos basados en señales visibles o técnicas de diagnóstico para evitar fallas en los equipos. Los ejemplos de mantenimiento predictivo incluyen análisis de vibración, ultrasonido, termografía, medición láser, análisis de generador y análisis de aceite. (Agustiady y Cudney, Total Productive Maintenance, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016, pag. 6)

2.1.7 Similitudes y diferencias entre TQM y TPM

El programa TPM se parece mucho al popular programa Total Quality Management (TQM). Muchas de las herramientas como el empoderamiento de los empleados, la evaluación comparativa, la documentación, etc. utilizadas en TQM se utilizan para implementar y optimizar TPM. A continuación se muestran las similitudes entre las dos.

1. Se requiere un compromiso total con el programa por parte de la gerencia de nivel superior en ambos programas
2. Los empleados deben estar facultados para iniciar acciones correctivas, y

3. Se debe aceptar una perspectiva de largo alcance ya que TPM puede tardar un año o más en implementarse y es un proceso en curso. También deben producirse cambios en la mentalidad de los empleados hacia sus responsabilidades laborales.

Tabla 1 Resumen de las diferencias entre TQM y TPM

Categoría	TQM	TPM
Objeto.	Calidad (salida y efectos)	Equipo (Entrada y causa)
Principales puntos para alcanzar la meta.	Sistematizar la gestión. Está orientado al software	Participación de los empleados y está orientada al hardware
Objetivo	Calidad para PPM	Eliminación de pérdidas y desechos.

Tabla 2 Generalidades de los beneficios de TPM.

Motivos de TPM	1. Adopción del enfoque del ciclo de vida para mejorar el rendimiento general del equipo de producción. 2. Mejorar la productividad de los trabajadores altamente motivados que se logra mediante la ampliación del trabajo. 3. El uso de actividades voluntarias de grupos pequeños para identificar la causa de la falla, posibles modificaciones de plantas y equipos.
Singularidad de TPM	La principal diferencia entre TPM y otros conceptos es que los operadores también participan en el proceso de mantenimiento. No se sigue el concepto de “yo (operadores de producción) opero, usted (departamento de mantenimiento) repara”.
Objetivos de TPM	1. Lograr cero defectos, cero descomposición y cero accidentes en todas las áreas funcionales de la organización. 2. Involucrar a personas en todos los niveles de organización. 3. Formar diferentes equipos de trabajo para reducir defectos y auto mantenimiento.
Beneficios directos de TPM	1. Incrementar la productividad y OPE (Eficiencia general de la planta) en 1.5 o 2 veces. 2. Rectificar las quejas de los clientes. 3. Reducir el costo de fabricación en un 30%. 4. Satisfacer las necesidades de los clientes en un 100% (entregando la cantidad correcta en el momento correcto, en la calidad requerida). 5. Reducir accidentes. 6. Seguir las medidas de control de la contaminación.
Beneficios indirectos de TPM	1. Mayor nivel de confianza entre los empleados. 2. Mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y atractivo. 3. Cambio favorable en la actitud de los operadores. 4. Logre los objetivos trabajando en equipo. 5. Despliegue horizontal de un nuevo concepto en todas las áreas de la organización. 6. Compartir conocimiento y experiencia. 7. Los trabajadores tienen la sensación de ser dueños de la máquina.

2.1.8 Pilares de TPM.

TPM también es conocido por tener pilares dentro de una casa. La casa y los pilares se muestran en la Figura 8.

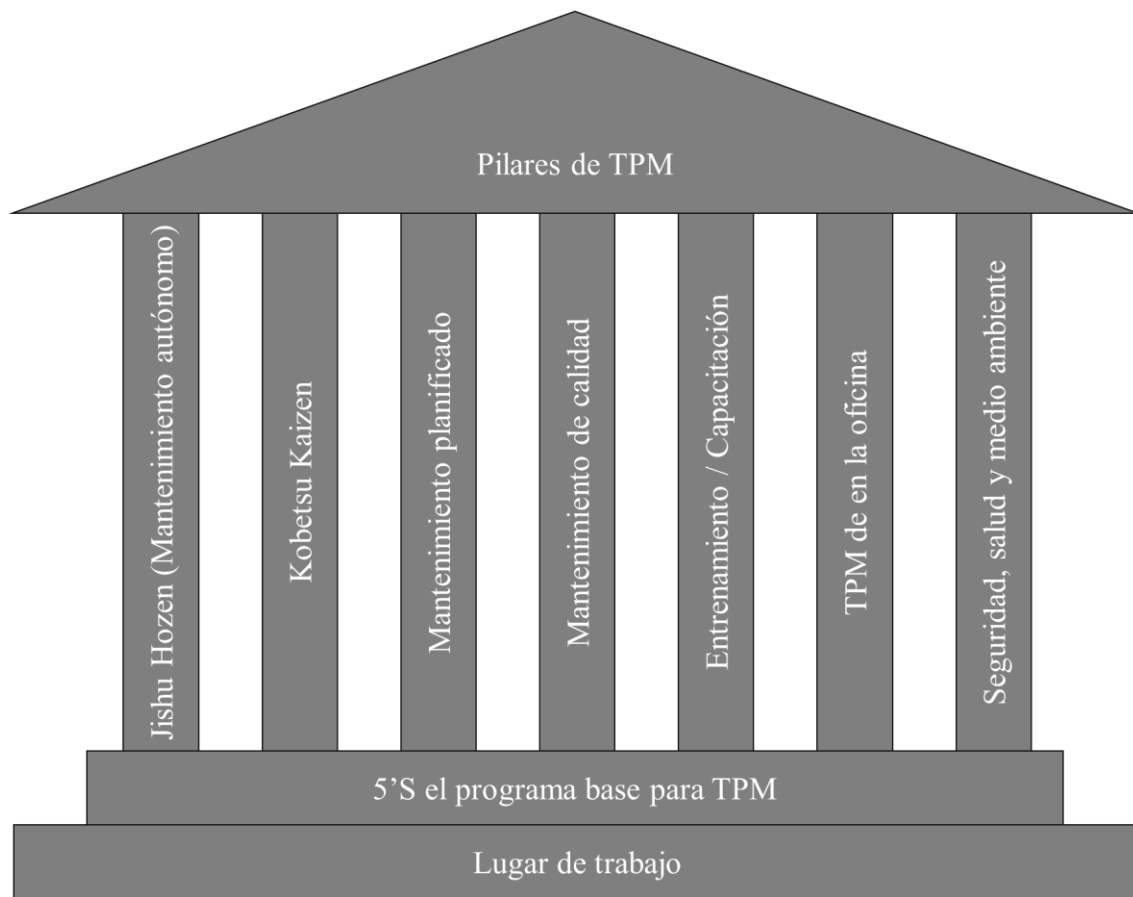


Figura 8 Pilares de TPM

Pilar 1 - 5'S:

TPM comienza con 5'S. Los problemas no se pueden ver claramente cuando el lugar de trabajo no está organizado.

Limpiar y organizar el lugar de trabajo ayuda al equipo a descubrir problemas. Hacer que los problemas sean visibles es el primer paso de mejora.

La metodología de las 5'S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

La metodología de las 5'S es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra "S".

Esta metodología se compone de cinco principios fundamentales:

- Clasificación u Organización: Seiri
- Orden: Seiton
- Limpieza: Seiso
- Estandarización: Seiketsu
- Disciplina: Shitsuke

SEIRI:

Esto significa clasificar y organizar los elementos como elementos críticos, importantes, de uso frecuente, inútiles o que no son necesarios a partir de ahora. Artículos no deseados pueden ser rescatados. Los artículos críticos deben guardarse para su uso cercano y los artículos que no se utilizarán en un futuro próximo, deben almacenarse en algún lugar.

Para este paso, el valor del artículo debe decidirse en función de la utilidad y no del costo. Como resultado de este paso, el tiempo de búsqueda se reduce.

Tabla 3 Clasificación de los elementos en el área de trabajo

Uso	Frecuencia de uso	Cómo se usa
Bajo	Menos de una vez al año, una vez al año	Tirar, vender, almacenar lejos del lugar de trabajo
Regular	Por lo menos 2/6 meses, una vez por mes, una vez por semana	Almacenar juntos pero fuera de línea
Alto	Una vez al día	Ubique en el lugar de trabajo

SEITON:

El concepto aquí es que "cada elemento tiene un lugar y un solo lugar". Los artículos se deben volver a colocar después del uso en el mismo lugar. Para identificar elementos fácilmente, se deben usar placas de identificación y etiquetas de colores. Los bastidores verticales se pueden usar para este propósito, y los objetos pesados ocupan la posición inferior en los bastidores.

SEISO:

Esto implica limpiar el lugar de trabajo sin rebabas, grasa, aceite, desechos, desperdicios, etc. No hay cables sueltos ni pérdidas de aceite de las máquinas.

SEIKETSU:

Los empleados tienen que discutir juntos y decidir sobre los estándares para mantener el lugar de trabajo / Máquinas / caminos limpio y ordenado. Estos estándares se implementan para toda la organización y se prueban / inspeccionan aleatoriamente.

SHITSUKE - Autodisciplina:

Considerar 5'S como una forma de vida y generar autodisciplina entre los empleados de la organización. Esto incluye usar insignias, seguir procedimientos de trabajo, puntualidad, dedicación a la organización, etc.

Pilar 2 – Jishu Hozen (Mantenimiento autónomo):

Este pilar está orientado a los operadores en desarrollo para que puedan encargarse de pequeñas tareas de mantenimiento, liberando así a las personas de mantenimiento capacitado para dedicar más tiempo a actividades de valor agregado y reparaciones técnicas. Los operadores son responsables del mantenimiento de sus equipos para evitar que se deteriore.

Política:

- Funcionamiento ininterrumpido de los equipos.
- Operadores flexibles para operar y mantener otros equipos.
- Eliminar los defectos en la fuente a través de la participación activa de los empleados.
- Implementación por pasos de las actividades de JH.

Objetivos de JISHU HOZEN:

- Evite la ocurrencia de 1A / 1B debido a JH.
- Reducir el consumo de aceite en un 50%
- Reduzca el tiempo de proceso en un 50%
- Aumentar el uso de JH en un 50%

Pasos en JISHU HOZEN:

- Capacitación de los empleados.
 - Limpieza inicial de máquinas.
 - Tomar medidas contrarias
 - Repare los estándares tentativos de JH
 - Inspección general
 - Inspección autónoma
 - Normalización y
-

- Gestión autónoma.

Cada uno de los pasos mencionados anteriormente se analiza en detalle a continuación.

1. Capacitar a los empleados: educar a los empleados sobre TPM, sus ventajas, JH ventajas y pasos en JH. Eduque a los empleados sobre las anomalías en los equipos.

2. Limpieza inicial de máquinas:

- El supervisor y el técnico deben analizar y establecer una fecha para implementar el paso 1
- Organice todos los elementos necesarios para la limpieza
- En la fecha convenida, los empleados deben limpiar el equipo completamente con la ayuda del departamento de mantenimiento.
- Deben eliminarse el polvo, las manchas, los aceites y la grasa.
- Las siguientes son las cosas que se deben tener cuidado durante la limpieza. Son fugas de aceite, alambres sueltos, pernos, tuercas sueltas y piezas desgastadas.
- Después los problemas de limpieza se categorizan y etiquetan adecuadamente.
- El contenido de la etiqueta se transfiere a un registro.
- Anote el área que era inaccesible.
- Finalmente, cierre la máquina y haga funcionar la máquina.

3. Contramedidas:

Las regiones inaccesibles deben ser alcanzadas fácilmente. P.ej. Si hay muchos tornillos para abrir una puerta de volante, se puede usar la puerta de la bisagra. En lugar de abrir una puerta para inspeccionar la máquina, se pueden usar láminas acrílicas.

- Para evitar el trabajo fuera de las piezas de la máquina, se deben tomar medidas.
- Las piezas de la máquina deben modificarse para evitar la acumulación de suciedad y polvo.

4. Estándar provisional:

- El horario de JH debe ser hecho y seguido estrictamente.
- El horario debe hacerse con respecto a la limpieza, inspección y lubricación, y también debe incluir detalles como cuándo, qué y cómo.

5. Inspección general:

- Los empleados están capacitados en disciplinas como neumática, eléctrica, hidráulica, lubricante y refrigerante, transmisiones, pernos, tuercas y seguridad.
- Esto es necesario para mejorar las habilidades técnicas de los empleados y para usar los manuales de inspección correctamente.
- Después de adquirir este nuevo conocimiento, los empleados deben compartir esto con otros.
- Al adquirir este nuevo conocimiento técnico, los operadores ahora están al tanto de las piezas de la máquina.

6. Inspección autónoma:

- Se usan nuevos métodos de limpieza y lubricación.
- Cada empleado prepara su propio cuadro / horario autónomo en consulta con el supervisor.
- Las piezas que nunca han dado ningún problema o parte que no necesitan ninguna inspección se eliminan de la lista de forma permanente en función de la experiencia.
- Incluyendo partes de máquinas de buena calidad. Esto evita defectos debido a JH pobre.
- La inspección que se realiza en mantenimiento preventivo se incluye en JH.
- La frecuencia de limpieza e inspección se reduce según la experiencia.

7. Normalización:

- Hasta la raíz anterior, solo la maquinaria / equipo era en lo que nos concentramos. Sin embargo, en este paso, el entorno de la maquinaria está organizado. Es necesario que las partes/piezas y artículos estén organizados, de modo que no haya tiempo de búsqueda y búsqueda reducido.
- El entorno de trabajo se modifica de modo que no haya dificultad para obtener ningún elemento.
- Todos deberían seguir estrictamente las instrucciones de trabajo.
- Los repuestos necesarios para los equipos se planifican y se adquieren.

8. Gestión autónoma:

- OEE, OPE y otros objetivos de TPM deben lograrse mediante la mejora continua a través de Kaizen.
- El ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) debe implementarse para Kaizen.

Pilar 3 - Kaizen:

"Kai" significa cambio y "Zen" significa bueno (para mejor). Básicamente kaizen es para pequeñas mejoras, pero se lleva a cabo de forma continua e involucra a todas las personas de la organización.

Kaizen es opuesto a las grandes innovaciones espectaculares. Kaizen requiere poca o ninguna inversión. El principio detrás de esto es que "un gran número de pequeñas mejoras son más efectivas en un entorno organizacional que algunas mejoras de gran valor. Este pilar está dirigido a reducir las pérdidas en el lugar de trabajo que afectan nuestras eficiencias. Mediante un procedimiento detallado y exhaustivo eliminamos las pérdidas en un método sistemático utilizando diversas herramientas de Kaizen. Estas actividades no se limitan a las áreas de producción y también se pueden implementar en áreas administrativas.

Política Kaizen:

- Practique conceptos de pérdidas cero en cada esfera de actividad.
- Búsqueda implacable para lograr objetivos de reducción de costos en todos los recursos
- Búsqueda incesante para mejorar la eficacia de todo el equipo de planta.
- Uso extensivo del análisis de PM como una herramienta para eliminar pérdidas.
- Enfoque de fácil manejo de los operadores.

Objetivo Kaizen:

- Logre y mantenga cero pérdidas con respecto a paradas menores, mediciones y ajustes, defectos y tiempos de inactividad inevitables. También tiene como objetivo lograr una reducción de costos de fabricación del 30%.

Metodología de Kaizen:

Antes de abordar la metodología Kaizen, es importante recalcar que la organización ya ha tenido que haber definido su firme intención, por parte de la dirección, para el desarrollo de actividades de mejora continua. Una vez se ha superado esta etapa, la siguiente consiste en un diseño instruccional para inculcar el espíritu Kaizen al personal desde la formación. Una vez esto se vaya desarrollando y ya teniendo un líder responsable de la filosofía dentro de la compañía, se procede con la herramienta de reconocimiento de problemas, que siempre es un buen punto de origen para implementar un proceso de mejora continua.

Para tal fin existen herramientas como el ciclo de Deming o PDCA, entre otras, A continuación explicaremos en este caso el ciclo sistemático de Deming.

1. Planificar (Plan)

Esta etapa es de selección del objeto de mejora, en ella se explican las razones de dicha elección y se definen unos objetivos claros que se deben alcanzar.

- Situación actual
- Análisis de información (Datos del objeto)
- Objetivo

2. Hacer (Do)

Esta etapa corresponde al trabajo de campo de la mejora, consiste en propuestas de solución y rápida implementación de las mejoras de mayor prioridad. Los pasos que se incluyen en el hacer son:

- Propuestas de solución
- Just Do It

3. Verificar (Check)

En esta etapa se debe comprobar el objetivo planteado en el plan respecto a la situación inicial que se identificó. Por ende comprobamos que se estén alcanzando los resultados o en caso contrario volveremos al Hacer. Este paso incluye:

- Monitorización
- Verificación

4. Actuar (Action)

Esta es una etapa fundamental en la mejora continua, dado que asegurarnos de que las mejoras no se deprecien depende del estándar u oficialización de las medidas correctivas. Para proceder a la estandarización debemos haber comprobado que las medidas han alcanzado los resultados esperados, además, debemos plantearnos siempre la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis.

- Estandarización
- Búsqueda de la optimización

Pilar 4 - Mantenimiento planificado:

Está destinado a tener máquinas y equipos sin problemas que produzcan productos sin defectos para la satisfacción total del cliente. Esto rompe el mantenimiento en 4 "familias" o grupos que se definieron anteriormente.

- Mantenimiento preventivo
- Desglose de mantenimiento
- Mantenimiento correctivo
- Prevención de mantenimiento

Con el Mantenimiento planificado, desarrollamos nuestros esfuerzos de un método reactivo a uno proactivo y usamos personal de mantenimiento capacitado para ayudar a entrenar a los operadores a mantener mejor sus equipos.

Política:

- Lograr y mantener la disponibilidad de las máquinas
- Costo de mantenimiento óptimo.
- Reduce el inventario de repuestos.
- Mejorar la confiabilidad y mantenibilidad de las máquinas.

Objetivo:

- Cero falla del equipo y avería.
- Mejorar la fiabilidad y la capacidad de mantenimiento en un 50%
- Reducción del costo de mantenimiento en un 20%
- Asegure la disponibilidad de repuestos todo el tiempo.

Seis pasos en el mantenimiento planificado:

- Evaluación del equipo y estado actual de recodificación.
- Restaurar el deterioro y mejore la debilidad.
- Construyendo un sistema de gestión de la información.
- Preparar el sistema de información basado en el tiempo, seleccione el equipo, las piezas y los miembros y planifique el plan.
- Preparar el sistema de mantenimiento predictivo mediante la introducción de técnicas de diagnóstico de equipos y
- Evaluación del mantenimiento planificado.

Pilar 5 - Mantenimiento de calidad:

Está dirigido al deleite del cliente a través de la más alta calidad a través de la fabricación sin defectos. El foco está en eliminar las no conformidades de una manera sistemática, muy similar a la Mejora enfocada. Comprendemos qué partes del equipo afectan la calidad del producto y comenzamos a eliminar las inquietudes actuales sobre la calidad, luego pasamos a posibles

problemas de calidad. La transición es de reactivo a proactivo (control de calidad a garantía de calidad).

Las actividades de QM (Quality Maintenance) consisten en establecer las condiciones del equipo que excluyen los defectos de calidad, basándose en el concepto básico de mantener equipos perfectos para mantener la calidad perfecta de los productos. Las condiciones se verifican y miden en series de tiempo para que los valores de la medida estén dentro de los valores estándar para prevenir defectos. Se observa la transición de los valores medidos para predecir las posibilidades de que se produzcan defectos y para tomar medidas contrarias de antemano.

Política:

- Condiciones libres de defectos y control de equipos.
- Actividades de QM para respaldar la garantía de calidad.
- Enfoque de prevención de defectos en origen
- Centrarse en poka-yoke. (sistema a prueba de tontos)
- Detección en línea y segregación de defectos.
- Implementación efectiva del aseguramiento de la calidad del operador.

Objetivo:

- Logre y mantenga las quejas de los clientes en cero
- Reducir los defectos en proceso en un 50%
- Reducir el costo de la calidad en un 50%.

Requerimientos de datos:

Los defectos de calidad se clasifican como defectos del cliente final y en defectos de la casa. Para datos de cliente final, tenemos que obtener datos sobre

- Rechazo de la línea final del cliente
- Quejas de campo

En la empresa, los datos incluyen datos relacionados con productos y datos relacionados con el proceso

Datos relacionados con el producto:

- Defectos acertados del producto
 - Gravedad del defecto y su contribución - mayor / menor
 - Ubicación del defecto con referencia al diseño
-

- Magnitud y frecuencia de su ocurrencia en cada etapa de medición
- Tendencia de ocurrencia en el comienzo y el final de cada producción / proceso / cambios.
- Tendencia de ocurrencia con respecto a la restauración del desglose / modificaciones / publicación periódica de reemplazo de componentes de calidad.

Pilar 6 - Entrenamiento:

Está dirigido a tener empleados revitalizados y con habilidades múltiples, cuya moral sea alta y que tengan muchas ganas de venir a trabajar y realizar todas las funciones requeridas de manera efectiva e independiente. Se da educación a los operadores para mejorar sus habilidades. No es suficiente saber solo "Know-How" porque también deben aprender "Know-how". Por experiencia, obtienen "Know-How" para superar un problema de qué hacer. Esto lo hacen sin conocer la causa raíz del problema y por qué lo están haciendo.

Por lo tanto, se hizo necesario entrenarlos para saber "Saber-por qué". Los empleados deben estar entrenados para alcanzar las cuatro fases de habilidad. El objetivo es crear una fábrica llena de expertos. Las diferentes fases de habilidades son

Fase 1: No sé.

Fase 2: conocer la teoría, pero no se puede hacer.

Fase 3: puede hacer pero no puede enseñar

Fase 4: puede hacer y también enseñar.

Política:

- Centrarse en la mejora de los conocimientos, habilidades y técnicas.
- Crear un entorno de capacitación para el autoaprendizaje basado en las necesidades sentidas.
- Plan de estudios / herramientas / evaluación, etc., conductivo para la revitalización de los empleados
- Entrenamiento para eliminar la fatiga de los empleados y hacer que el trabajo sea agradable.

Objetivo:

- Alcanzar y mantener el tiempo de inactividad en cero en máquinas críticas.
 - Lograr y mantener cero pérdidas debido a la falta de conocimiento / habilidades / técnicas
 - Objetivo de participación del 100% en el esquema de sugerencias.
-

Pasos en las actividades de educación y capacitación:

- Establecer políticas, prioridades y verificar el estado actual de la educación y la capacitación.
- Establecer un sistema de entrenamiento para la operación y el mantenimiento.
- Capacitar a los empleados para actualizar las habilidades de operación y mantenimiento.
- Preparación del calendario de entrenamiento.
- Lanzamiento del sistema para entrenamiento.
- Evaluación de actividades y estudio del enfoque futuro.

Pilar 7 - TPM de la oficina:

El TPM en oficina debe iniciarse después de activar otros cuatro pilares de TPM (JH, KK, QM, PM). Se debe seguir TPM en oficina para mejorar la productividad, la eficiencia en las funciones administrativas e identificar y eliminar pérdidas. Esto incluye el análisis de procesos y procedimientos para aumentar la automatización de la oficina. TPM en oficina aborda doce pérdidas importantes. Son:

- Pérdida de procesamiento.
- Pérdida de costos, incluso en áreas tales como compras, cuentas, mercadeo, ventas que conducen a altos inventarios.
- Pérdida de comunicación.
- Pérdida inactiva.
- Pérdida de configuración.
- Pérdida de precisión.
- Desglose del equipo de oficina.
- Desglose del canal de comunicación, líneas de teléfono y fax.
- Tiempo dedicado a la recuperación de información.
- No disponibilidad del estado correcto de stock en línea.
- Quejas de los clientes debido a la logística.
- Gastos en despachos / compras de emergencia.

TPM en la oficina y sus beneficios:

- Implicación de todas las personas en las funciones de soporte para enfocarse en un mejor rendimiento de la planta
 - Área de trabajo mejor utilizada
 - Reduce el trabajo repetitivo
 - Niveles de inventario reducidos en todas las partes de la cadena de suministro
-

- Costos administrativos reducidos
- Menor costo de inventario
- Reducción en el número de archivos
- Reducción de los costos generales (para incluir el costo de los equipos no productivos / no de capital)
- Productividad de las personas en funciones de soporte
- Reducción de averías de equipos de oficina
- Reducción de quejas de los clientes debido a la logística
- Reducción de gastos por despachos / compras de emergencia
- Mano de obra reducida
- Ambiente de trabajo limpio y agradable.

P Q C D S M en TPM en la oficina:

P - Producción perdida por falta de material, Productividad de la mano de obra, Producción perdida debido a la falta de herramientas

Q - Errores en la preparación de cheques, facturas, facturas, nómina, devoluciones.

C - Costo de compra / unidad producida, Costo de logística - entrante / saliente, costo de llevar el inventario, Costo de comunicación, costos de demora.

D - Pérdidas logísticas (retraso en la carga / descarga)

- Retraso en la entrega debido a cualquiera de las funciones de soporte
- Retraso en pagos a proveedores
- Retraso en la información

S - Seguridad en la manipulación de materiales / tiendas / logística, Seguridad de datos blandos y duros.

M - Número de kaizens en áreas de oficina.

Cómo TPM en la oficina ayuda a TPM en la planta:

TPM en la oficina es compatible con la planta, inicialmente haciendo Jishu Hozen de las máquinas (después de recibir capacitación de Jishu Hozen), como en Jishu Hozen en:

- Las máquinas de etapas iniciales son más y la mano de obra es menor, por lo que se puede tomar la ayuda de los departamentos comerciales, para esto
 - TPM en la oficina puede eliminar las vetas en línea sin material y logística.
-

Pilar 8 - Seguridad, salud y medio ambiente:

Objetivo:

- Cero accidente,
- Cero daño a la salud
- Zero dispara.

En esta área, el foco está en crear un lugar de trabajo seguro y un área circundante que no esté dañada por nuestro proceso o procedimientos. Este pilar desempeñará un papel activo en cada uno de los otros pilares sobre una base regular.

Un comité está constituido para este pilar que comprende representantes de oficiales y trabajadores. El comité está encabezado por el vicepresidente senior (técnico). La máxima importancia para la seguridad se da en la planta. El Gerente (Seguridad) se ocupa de las funciones relacionadas con la seguridad. Para crear conciencia entre los empleados, se pueden organizar a intervalos regulares diversas competiciones, como lemas de seguridad, concursos, carteles, etc. relacionados con la seguridad.

2.1.9 Las seis grandes pérdidas.

El TPM aumenta al máximo la efectividad del equipo a través de dos tipos de actividad:

- Cuantitativa: aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período dado de tiempo operativo.
- Cualitativa: reduciendo el número de productos defectuosos estabilizando y mejorando la calidad.

La meta del TPM es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida a ese nivel. El personal y la maquinaria debe funcionar ambos de manera estable bajo condiciones de averías y defectos cero. Aunque sea difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero pueden lograrse es un requerimiento importante para el éxito del TPM.

La efectividad del equipo se limita por los seis tipos de pérdidas siguientes:

1.- Pérdidas por averías

Las averías son el grupo de pérdidas más grande de entre las seis citadas. Hay dos tipos: averías de pérdida de función y averías de reducción de función.

Las averías de pérdida de función suelen producirse esporádicamente (de repente) y son fáciles de detectar ya que son relativamente dramáticas: el equipo se detiene por completo. Por otra parte, las averías de función reducida permiten que el equipo siga funcionando pero a un nivel de eficacia inferior. Un ejemplo sería el de una lámpara fluorescente que empieza a apagarse o empieza a perder fuerza intermitentemente. Muchas veces se descubren las averías de función reducida sólo después de una exhaustiva observación, pero cuando no se detectan pueden causar momentos de inactividad y paradas pequeñas, repeticiones de trabajos, velocidad reducida y otros problemas y pueden llegar a ser la causa de averías de falla de función esporádicas.

En general, las averías pueden causarse por todo tipo de factores pero solemos darnos cuenta únicamente de los grandes defectos y pasamos por alto la multitud de defectos pequeños que también contribuyen a ellas. Obviamente, los grandes defectos merecen nuestra atención, pero los defectos pequeños merecen igual atención porque se acumulan y también causan averías. De hecho, muchas se producen simplemente por no hacer caso a detalles que parecen insignificantes tales como un tornillo suelto, abrasión, suciedad y contaminantes, y los efectos de estas pequeñas cosas se acumulan hasta afectar a la eficacia del equipo.

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes siete acciones:

- **Impedir el deterioro acelerado**

El deterioro acelerado es simplemente un deterioro generado artificialmente. Por ejemplo, en talleres donde el equipo se sobrecalienta porque no se repone aceite tan a menudo como se debería o donde no se hacen controles o ajustes al equipo. Pronto, una pieza suelta afecta a otras y se produce una reacción en cadena que finalmente acaba en avería. Cuando el deterioro acelerado se deja sin corregir se acorta la vida del equipo y ocurren averías. De hecho, la mayoría de las averías se deben al deterioro acelerado. La mayoría de los talleres están plagados de esto y no es de sorprender que haya tantas averías como hay. Por lo tanto, el primer paso decisivo hacia la reducción de averías tiene que ser obviamente la eliminación del deterioro acelerado.

- **Mantenimiento de condiciones básicas del equipo**

Existen actividades básicas -limpieza, orden, lubricación, inspección y ajuste- que hay que llevar a cabo para mantener las condiciones básicas del equipo. Si éstas no se realizan periódicamente seguramente el equipo sufrirá muchas averías.

Hay varias razones por las cuales los trabajadores no mantienen las condiciones básicas del equipo. A veces algunos no saben cómo y otros saben cómo hacerlo pero están demasiado despreocupados o preocupados para molestarse. Hay que enseñar a los que no saben pero no sólo enseñarles cómo hacer las actividades básicas del mantenimiento, sino también la razón de su importancia. A veces los trabajadores realmente tienen ganas de mantener las condiciones básicas

del equipo, pero por alguna razón les es demasiado difícil. Por ejemplo, hacer un control a una máquina puede necesitar un proceso de desmontaje que exige mucho tiempo tal como, por ejemplo, quitar una tapa que está fijada con pernos, o subir una escalera alta, plataforma u otros elementos peligrosos. En estos casos no hay más remedio que mejorar el equipo para que su mantenimiento sea más fácil.

- **Adherirse a las condiciones correctas de operación**

Muchas averías son el resultado de un equipo que tiene que "esforzarse" para operar más allá de su rango normal porque no se cumplen las condiciones normales. Operar un equipo bajo condiciones que sobrepasan los límites especificados en el manual de operaciones – tales como sobrecargarlo al permitir que el fluido hidráulico se sobrecaliente o utilizar una potencia de 24V cuando se especifica una potencia de 12V- es exponer el equipo a averías. Por esta razón es tan importante el mantenimiento de las condiciones correctas de operación.

- **Mejorar la calidad del mantenimiento**

A veces ocurren averías en piezas recientemente reemplazadas o reparadas debido a que el trabajador de mantenimiento no conocía las técnicas necesarias para llevar a cabo correctamente la reparación o instalación. Para impedir que ocurran estos errores, hay que mejorar los niveles de conocimiento técnico a través de la formación y de esta manera mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento.

- **Hacer que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria**

El trabajo de reparación normalmente se realiza con el apremio de poner el equipo en marcha con la mayor rapidez posible sin dar demasiada importancia a conocer las causas de la avería. Por ejemplo, si la causa más obvia era un tornillo que mantenía un cilindro en su sitio, el trabajo de reparación muchas veces consiste simplemente en reemplazar el tornillo sin investigar por qué se rompió. Obviamente, tal actitud da lugar a una repetición del mismo problema. Lo que hace falta aquí es una actitud que busque la raíz del problema lo cual, hay que admitirlo, no siempre se puede encontrar. Sin esto, sin embargo, no puede existir el mantenimiento exhaustivo que requiere el TPM.

- **Corregir debilidades de diseño**

Una razón por la cual las averías se hacen crónicas es que no se lleva a cabo una investigación suficiente de las debilidades incorporadas en el diseño del equipo, tales como mecanismos mal diseñados, malas configuraciones de sistemas, o selección incorrecta de materiales. Con demasiada frecuencia, no hay ninguna investigación que trate los defectos de diseño, o si la hay no se profundiza lo suficiente como para descubrir las implicaciones totales.

Como resultado, el mantenimiento no está orientado hacia la mejora y por lo tanto las averías se hacen crónicas.

- **Aprender lo máximo posible de cada avería**

Una vez que haya ocurrido una avería, asegúrese de aprender todo lo que pueda sobre ella. Al estudiar las causas, condiciones preexistentes y exactitud de métodos utilizados anteriormente en controles y reparaciones se puede aprender mucho sobre cómo impedir que la avería vuelva a ocurrir no sólo en el equipo afectado, sino también en modelos parecidos.

Se pueden aprender muchas cosas de una avería y es lamentable que no se aproveche más de estas experiencias. A menudo los informes de una avería se archivan y quedan olvidados cuando podrían servir como referencia en el futuro. Hay que aprender a aprovechar material de referencia de este tipo porque puede enseñar a trabajadores de mantenimiento y operarios lo que ellos pueden hacer para impedir las averías.

2.- Pérdidas por preparación y ajuste

Las pérdidas por preparación y ajustes son pérdidas que se deben a paradas que ocurren durante el proceso de re-utilaje tales como cambio de útiles, etc. Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente.

Los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo. A veces se necesitan de los ajustes debido a una falta de rigidez o alguna otra deficiencia mecánica. Sin embargo, al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y dividir los ajustes en los evitables (que se pueden mejorar) y los inevitables (no mejorables).

3.- Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas

A diferencia de las averías ordinarias la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo. Por ejemplo, una pieza puede atascarse en una tolva o un sensor de control de calidad puede parar temporalmente el equipo. Tan pronto como alguien quita la pieza atascada o vuelve a poner en marcha el sensor, funciona normalmente de nuevo. Por lo tanto, la inactividad y paradas pequeñas difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo sobre todo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea.

Ya que se pueden restaurar con bastante facilidad los tiempos muertos y paradas pequeñas, hay una tendencia a pasarlos por alto y no considerarlos como pérdidas. Pero son, de hecho, pérdidas y esto hay que hacerlo entender a todo el mundo. Sin embargo, aún después de haber

explicado esto, puede que sea difícil entender la importancia de las pérdidas por tiempos muertos desde un punto de vista cuantitativo. Por ello, mientras no se haga patente su nocividad, difícilmente se podrán tomar medidas exhaustivas para eliminarlas.

En fábricas con muchas unidades de equipos, cada caso de inactividad o parada pequeña necesitará su tiempo de reparación, pero obviamente cuanto más tiempo se tarda, más grande es el problema. Hoy en día cada vez más fábricas que han ido reduciendo su personal, sufren inactividad y paradas pequeñas que suponen un problema muy grave pues no hay nadie allí que pueda responder de inmediato. Entonces, en estos casos, es esencial la meta de cero inactividades y paradas pequeñas.

4.- Pérdidas por reducción de velocidad

Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente. La meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual.

El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo.

5.- Defectos de calidad y repetición de trabajos.

Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos.

La eliminación de los defectos crónicos, como las averías crónicas, exige una profunda investigación y medidas innovadoras. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente. La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos.

6.- Pérdidas de puesta en marcha

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores. En todo caso, el resultado es tener muchas pérdidas. (http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf)



Figura 9 Las 6 gran perdidas.

2.1.10 Pasos en la introducción de TPM en una organización

Fase A – Etapa preparatoria.

Pasó 1 - Anuncio por parte de la administración a todos sobre la introducción de TPM en la organización:

La comprensión adecuada, el compromiso y la participación activa de la alta dirección son necesarios para este paso. La alta gerencia debe tener programas de concientización, después de lo cual se hace un anuncio para todos. Publíquelo en la revista de la empresa y póngalo en el tablón de anuncios. Envíe un correo a todas las personas interesadas si es necesario.

Pasó 2: Educación inicial y propaganda para TPM:

La capacitación debe hacerse en función de la necesidad. Algunos necesitan entrenamiento intensivo y algunos solo una conciencia. Lleve a las personas que importan a los lugares donde TPM ya se implementó con éxito.

Pasó 3 - Estableciendo TPM y comités departamentales:

TPM incluye mejoras, mantenimiento autónomo, mantenimiento de calidad, etc., como parte de él, cuando se establecen los comités, deben hacerse cargo de todas esas necesidades.

Pasó 4 - Establecer el sistema de trabajo TPM y el objetivo:

Ahora cada área tiene puntos de referencia y arregla un objetivo para el logro.

Pasó 5 - Un plan maestro para institucionalizar:

El siguiente paso es la implementación que lleva a la institucionalización en donde TPM se convierte en una cultura organizacional. Lograr la premiación de PM es la prueba de alcanzar un nivel satisfactorio.

Fase B – Etapa de introducción.

Esta es una reunión y debemos invitar a todos. Proveedores, ya que deben saber que queremos un suministro de calidad de ellos. Compañías relacionadas y compañías afiliadas que pueden ser nuestros clientes, inquietudes de hermanas, etc. Algunos pueden aprender de nosotros y otros pueden ayudarnos a nosotros y a los clientes a que nos comuniquen que nos preocupamos por la calidad del producto.

Fase C – Implementación.

En esta etapa se llevan a cabo ocho actividades que se denominan ocho pilares en el desarrollo de la actividad de TPM.

De estas, cuatro actividades son para establecer el sistema para la eficiencia de la producción, una para el sistema de control inicial de nuevos productos y equipos, una para mejorar la eficiencia de la administración y para el control de la seguridad, y la última para el saneamiento como ambiente de trabajo.

Fase D – Etapa de institucionalización.

Por todas las actividades allí, uno habría alcanzado la etapa de madurez. Ahora es el momento de solicitar el premio PM. También piense en un nivel desafiante al que pueda tomar este movimiento. (Venkatesh, An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM), pag. 6)

2.1.11 Casos de implementación del TPM

A continuación describiremos el trabajo que se senta en un estudio del mantenimiento productivo total (TPM) en tres empresas. Las empresas implementaron TPM debido a las dificultades comerciales que enfrentaron. En las tres empresas, la alta gerencia había apoyado a TPM y había establecido estructuras organizacionales adecuadas para facilitar su implementación. Las compañías habían seguido los siete pasos de mantenimiento autónomo de Nakajima, aunque se habían adoptado diferentes pilares de TPM, siendo los más comunes las mejoras, educación y capacitación, seguridad y mantenimiento de calidad.

Los siete pilares de TPM (es decir, mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, educación y capacitación, mantenimiento temprano del equipo y seguridad y el medioambiente) son fundamentales para el éxito de TPM, y cada estudio de caso resalta los medios de poner estos pilares en su lugar.

2.1.11.1 Caso A

Este estudio de caso se basa en una planta del Reino Unido que se abrió en 1968 para aumentar la producción en la gama de productos de caucho producidos por el grupo. El grupo tiene alrededor de 38,000 empleados y logra ventas anuales de aproximadamente £ 4.5 billones cubriendo una gama de productos.

La recesión económica de principios de la década de 1990 afectó gravemente a los mercados de los productos de la planta en el centro del estudio. Para alcanzar el éxito en este mercado altamente competitivo, la Compañía A reconoció que tendría que convertirse en "clase mundial". Un análisis del mercado de productos destacó la tasa de crecimiento constante del segmento de productos de alto rendimiento y la necesidad de: productos innovadores con ciclos de vida progresivamente más cortos; estándares de calidad más rigurosos para equipos originales (OE) y reemplazos; y una mayor atención a asuntos ambientales. En el momento en que se realizó este análisis, había una brecha entre las actividades de la Compañía A y los objetivos estratégicos del grupo. La Compañía A también estaba experimentando niveles inadecuados de habilidades, baja participación de los empleados en sus asuntos, y una falta de aplicación de metodologías apropiadas de mejora continua. Para abordar estos problemas, la Compañía A decidió implementar TPM.

El viaje de TPM comenzó a principios de la década de 1990 cuando la compañía lanzó sus siete pilares de TPM: mejoras individuales; mantenimiento autónomo; Educación y entrenamiento; TPM en las oficinas; la seguridad; administración temprana de equipos y mantenimiento de calidad. Dos años más tarde fueron galardonados con el Premio de mantenimiento preventivo (PM) de JIPM, y ahora son considerados como uno de los líderes de TPM en el Reino Unido.

Proceso TPM

Se estableció un comité directivo de TPM con el director del sitio como presidente y los gerentes de producción, mantenimiento, recursos humanos y mejora continua como miembros, junto con la representación sindical. Los objetivos generales para TPM fueron:

- lograr cero pérdidas en accidentes, defectos y fallas;
- crear un sistema corporativo para maximizar la eficiencia del proceso;
- involucrar a todos los sectores, incluida la producción, el desarrollo y la administración;
- involucrar a todos los empleados de la alta gerencia con los operadores y el personal administrativo; y
- desarrollar actividades de grupos pequeños.

En un pilar de implementación de costos, los costos reales de cada función se desglosaron. El análisis de Pareto se llevó a cabo para identificar los costos relevantes y sus beneficios asociados para permitir que las mejoras sean evaluadas con respecto a los beneficios financieros. Para el último período de dos años para el cual hubo datos disponibles, los costos de TPM se estimaron en £ 400,000, con beneficios de más de £ 2m.

La compañía analizó sus seis grandes pérdidas (es decir, averías, configuraciones, pérdidas de velocidad, paradas menores, falta de material y defectos), de acuerdo con la metodología de Nakajima (1989), y utilizó la medida de eficacia total del equipo (OEE) para establecer objetivos para reducir estas pérdidas. También identificó sus operaciones de valor agregado, semi-valor agregado y sin valor agregado; con operaciones de valor semi-agregado minimizadas y operaciones sin valor agregado eliminadas.

El proceso de mantenimiento autónomo proporcionó a la compañía los mayores cambios en la cultura y las competencias organizacionales. La empresa siguió los siete pasos de mantenimiento autónomo de Nakajima (1988): limpieza inicial, contramedidas para las causas y efectos de la suciedad y el polvo, normas de limpieza y lubricación, inspección general, inspección autónoma, organización y orden y completa implementación de mantenimiento autónomo. y durante el primer paso de limpieza y etiquetado, que se llevaron a cabo en los primeros dos años, generaron 11.600 etiquetas.

Para priorizar las actividades de mejora, la compañía adoptó un sistema de clasificación ABC similar al detallado por Suzuki (1992). De un total de 329 máquinas, las actividades de TPM se llevaron a cabo solo en los diez primeros, con análisis de desglose detallados y medidas correctivas instituidas. Luego se siguió un programa de restauración de máquinas con énfasis en las contramedidas de ajuste para facilitar a los operadores la limpieza, inspección, garantía de calidad y optimización de la producción. Con la implementación del mantenimiento autónomo, se

logró el cambio gradual desde el mantenimiento de la falla hasta el mantenimiento planificado, preventivo y predictivo, con los consiguientes cambios en la organización y el funcionamiento de la función de mantenimiento.

Todos los gerentes fueron capacitados en TPM y este conocimiento los ayudó a respaldar el fuerte impulso de TPM desde la gerencia superior hasta el taller. Los operadores fueron entrenados principalmente en técnicas de mantenimiento autónomo. El esquema de sugerencias de la empresa se eliminó después de que el equipo de gestión decidió que impedía el progreso con TPM.

Coordinadores TPM

Cuando se implementó TPM por primera vez, se nombraron tres coordinadores de TPM, que dependen del gerente de mejora continua. Su función fue facilitar la implementación de TPM trabajando con los equipos de TPM y los líderes de equipo. La compañía todavía tiene los coordinadores, pero los líderes celulares llevan a cabo la mayor parte del trabajo de facilitación. Para proporcionar asistencia técnica a los equipos, se asignaron ingenieros de mejora a cada departamento.

Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos para el grupo del que forma parte la empresa A son:

- estandarizar modelos organizacionales en todo el mundo;
- aumentar la autonomía y el empoderamiento a todos los niveles organizacionales;
- introducir el trabajo en equipo eficaz y eficiente;
- hacer estructuras de equipo empoderadas;
- mejorar la flexibilidad y el tiempo de reacción a las necesidades del cliente;
- mejorar la competitividad, la calidad, el rendimiento y el costo.

El modelo organizacional implica reducir el número de capas de cinco a tres en la organización (es decir, director, gerente, gerente de departamento, supervisor y director) (es decir, equipo de administración de fábrica, equipo de fábrica y equipos de turno (es decir, celdas) respectivamente. El equipo es responsable de los planes estratégicos, las políticas, los procedimientos y el know-how, así como la comunicación externa y la coordinación interna. Es responsabilidad del equipo garantizar la estandarización y la coherencia de la aplicación en todas las fábricas. Las fábricas tienen su propio administrador y un equipo de personal de apoyo en mantenimiento, calidad, eficiencia de procesos y planificación. Los equipos de turnos son equipos de trabajo auto-gestionados cuyos líderes celulares tienen experiencia en coaching, comunicación, trabajo en equipo y resolución de problemas. (Ireland y Dale, A study of total productive maintenance implementation, Manchester School of Management, UMIST.)

2.1.11.2 Caso B

La compañía se especializa exclusivamente en empaques, tiene una red global que abarca 30 países en Europa, Asia, África y América y hay más de 30,000 personas empleadas en sus 160 fábricas en todo el mundo. La planta en el foco del estudio se abrió por primera vez en la década de 1950.

En 1990, la planta se dirigía hacia el cierre, y como consecuencia, decidió en 1991 implementar la gestión de calidad total (TQM) y siguió con TPM en 1994; Los proyectos de TPM se centraron en un análisis de cuello de botella realizado en la fábrica. En 1996, se habían completado 16 proyectos exitosos, pero la alta dirección deseaba acelerar el ritmo de las mejoras, por lo que estableció el objetivo de lograr el premio JIPM para 1998; la "Primera Categoría de excelencia TPM" se logró para esta fecha.

La compañía ha utilizado los siete pilares de TPM (es decir, mejoras focalizadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad; educación y entrenamiento; administración temprana de equipos, y seguridad y medio ambiente) en su implementación de TPM. Cada pilar tiene siete pasos que están orientados en torno al ciclo planificar-hacer-verificar-actuar y han asignado campeones de pilares.

En los últimos tres años para los cuales hay datos disponibles, se han realizado las siguientes mejoras: el porcentaje de la fuerza de trabajo involucrada en TPM ha aumentado del 10 por ciento al 85 por ciento; las quejas de los clientes se han reducido al 20 por ciento de su valor en 1995; los volúmenes de producción han aumentado en un 40 por ciento con el mismo número de empleados; los costos de tiempo extra se redujeron en un 40 por ciento; el ausentismo se ha reducido en un 43 por ciento; y el producto por empleado ha aumentado en un 46 por ciento.

Proceso TPM

Se estableció una estructura organizativa de TPM, denominada organización de promoción de rendimiento de clase mundial (WCP). La fábrica se dividió en tres módulos y cada uno de ellos fue gestionado por los líderes de módulos. No se emplearon facilitadores / coordinadores de TPM específicos, sino que el gerente general de WCP administró el proceso general de TPM con el apoyo de los líderes del módulo, sus equipos y los pilares de los campeones.

La política de TPM de la compañía:

Lograr el estado de clase mundial a través de la conciencia y la mejora de la fuerza de trabajo completa. Capacitación e involucramiento en actividades de mejora continua, proporcionando las herramientas y técnicas para unir y eliminar todas las pérdidas conocidas, para impactar en nuestra calidad, productividad y rentabilidad.

Se utilizaron técnicas de implementación de costos y volúmenes para identificar las áreas donde se llevaron a cabo mejoras específicas y para ayudar a identificar qué técnicas eran aplicables. Los siete pasos de mantenimiento autónomo de Nakajima (1988) fueron seguidos por la Compañía B y también introdujeron el mantenimiento planificado. El mantenimiento de calidad se utilizó para eliminar defectos mediante la configuración y el control de condiciones del equipo. El proceso se llevó a cabo primero determinando la relación entre las características clave del producto y el proceso de producción. Se determinaron las condiciones de operación óptimas, que eliminan los productos defectuosos, y la máquina se restauró a estas condiciones, luego las máquinas se modificaron para mantener estas configuraciones óptimas. Para fines educativos y de capacitación, la compañía se enfocó en desarrollar empleados con habilidades múltiples para que pudieran alcanzar todos los otros pilares del TPM.

El enfoque inicial de administración de equipos de Nakajima (1988) se usó como un proceso estructurado entre la planta de producción y los responsables de comprar y / o diseñar nuevos equipos. Con esto, se recopiló y documentó la experiencia de fabricación de productos y procesos, y luego se desarrollaron nuevos equipos. La compañía utilizó herramientas y técnicas tales como QA Matrix, Process FMEA, Cm / Cmk y Cp / Cpk para este propósito.

Los objetivos de seguridad y medioambiente de la empresa también estaban vinculados directamente con TPM, debían:

- crear un ambiente de trabajo seguro;
- cumplir con las restricciones legales;
- reducir los costos, al reducir el número de accidentes.

Objetivos estratégicos

La compañía se ha fijado los siguientes objetivos de mejora:

- el porcentaje de la fuerza laboral involucrada en TPM;
- quejas de clientes;
- cantidades de producción;
- costos de tiempo extra;
- absentismo;
- producción por empleado.

Para cada uno de los siete pilares de TPM, se han desarrollado planes escritos, por ejemplo, el plan de mantenimiento planificado es:

- expandir los éxitos del desglose al resto del departamento;
 - continuar apoyando el mantenimiento autónomo;
-

- expandir el desarrollo de sistemas computarizados;
- continuar con la reducción de stock;
- expandir los sistemas de mantenimiento de zonas a otras máquinas;
- desarrollar sistemas de imágenes térmicas para incorporar partes mecánicas;
- comunicarse con proveedores para otros sistemas (por ejemplo, análisis de vibraciones);
- continuar el desarrollo de sistemas para un control presupuestario más estricto;
- revisar los costos de mantenimiento.

(Ireland y Dale, A study of total productive maintenance implementation, Manchester School of Management, UMIST.)

2.1.11.3 Caso C

La compañía fabrica vehículos motorizados. A mediados de la década de 1980, una empresa japonesa compró una participación del 60 por ciento en la empresa y, a fines de la década de 1980, aumentó al 99 por ciento. La compañía japonesa trajo consigo el proceso TPM y la estabilidad para la fábrica, garantizando el trabajo de todos por tres años. A fines de la década de 1980, la empresa estaba utilizando tres pilares de TPM $\pm$ 5S, OEE y motivación, cuyo objetivo era eliminar las pérdidas en calidad, costo y entrega. De 1992 a 1994, la compañía C desarrolló su enfoque TPM para cubrir oficinas, mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado. En 1994 fue galardonado con el Premio JIPM (TPM) Nivel 1. Usando los pilares de: mejoras; mantenimiento autónomo; mantenimiento planificado; educación; mantenimiento preliminar; mantenimiento de calidad; TPM en las oficinas; seguridad y medio ambiente, la compañía aspira a alcanzar el Nivel 2 de JIPM para el año 2001.

Proceso TPM

Cuando se lanzó TPM, la compañía nombró un equipo TPM de 12 facilitadores / coordinadores que informaron directamente al presidente de la fábrica. Utilizaron el despliegue de costos para identificar áreas de mejora. Su principal objetivo era aumentar la productividad y reducir el espacio de trabajo, lo que resulta en un aumento en la cantidad de productos que fabrican en su sitio y, por lo tanto, aumenta la cuota de mercado. Un ejemplo de esto es que en 1989 tomó 35 días fabricar una motocicleta, actualmente lleva siete días. La compañía ahora se centra en cómo lograr el equilibrio óptimo en línea y el flujo de una sola pieza.

La compañía sigue los siete pasos de mantenimiento autónomo de Nakajima (1988). Después de que cada uno de los siete pasos de Nakajima (1988) se haya implementado en una máquina, se lleva a cabo una auditoría. Los gerentes del equipo verifican la auditoría y, de ser satisfactorios, otorgan al equipo un pequeño premio para que puedan pasar al siguiente nivel. El éxito de la compañía queda demostrado por el hecho de que en 1999 solo se experimentaron 877

averías de más de cinco minutos de duración en sus 1,123 máquinas y el tiempo promedio entre averías fue de 1.3 años. Las mediciones se realizan utilizando una combinación de OEE y equilibrio de línea, y esto da como resultado un sistema de clasificación ABC que prioriza las máquinas para la producción y el mantenimiento. Por ejemplo, una máquina de clase A es una que es un cuello de botella en una línea de producción particular y no hay equipo de reemplazo si se descompone; Las máquinas de clase “A” son, por lo tanto, las primeras en ser reparadas, el mantenimiento planificado es una prioridad y se operan continuamente. OEE se mide en todas las máquinas de clase “A” para ayudar a enfocar las actividades de mejora: actualmente, la Compañía C solo mide el OEE en el 30 por ciento de sus máquinas.

El enfoque clave de la Compañía C es su gente y su entrenamiento; En el momento de este estudio, aproximadamente el 2,5 por ciento de su volumen de ventas anual se gastó en capacitación. El aumento en los niveles de habilidad de los operadores significa que ahora no hay instaladores o inspectores. El número de personal de mantenimiento también se ha reducido (por ejemplo, hay solo cuatro empleados de mantenimiento en el taller de máquinas para atender 350 máquinas). También hay un fuerte enfoque en el equipo, con cada equipo de TPM generando su propio plan de negocios de tres años y luego administran su junta de TPM para ayudar a comunicar el progreso realizado. Los equipos también tienen un ingeniero de mejoras que, si un miembro del personal identifica una mejora, ayudará con su desarrollo. Una indicación del compromiso con la fuerza de trabajo es que 300 operadores fueron enviados a Japón por tres meses para trabajar con sus contrapartes. La Compañía C también se ha centrado en aplacar su estructura organizacional y actualmente tiene cuatro niveles: operadores; ingenieros / asistentes de mejora; líderes de equipo; y director de fábrica.

TPM no solo se utiliza en la fábrica, sino también en el entorno de la oficina, donde se ha eliminado el 30% de las actividades administrativas.

Coordinadores TPM

Cuando se lanzó TPM por primera vez, se nombró a un equipo de TPM de 12 facilitadores / coordinadores, y en ese momento apoyaba a 1.400 empleados. El tamaño de este equipo se ha reducido con una mayor propiedad de TPM en el taller; actualmente tiene cuatro facilitadores / coordinadores de TPM. La importancia de TPM se enfatiza por el hecho de que el equipo de TPM informa directamente al presidente de la fábrica.

Objetivos estratégicos

El objetivo es alcanzar el nivel 2 de JIPM antes de 2001; esto implica mejorar todas las áreas en un 50 por ciento más, y el objetivo es aumentar su cuota de mercado para todos los productos. (Ireland y Dale, A study of total productive maintenance implementation, Manchester School of Management, UMIST.)

2.1.11.4 Resumen

Las tres compañías son grandes compañías globales que exportan a mercados internacionales y se han ubicado en sitios existentes por más de 30 años. Las tres compañías implementaron TPM porque exhibían considerables dificultades comerciales (por ejemplo, reducción de negocios en los mercados tradicionales y el cierre de plantas). Como afirman Steinbacher y Steinbacher (1993), “necesitas insatisfacción con la forma en que están las cosas para iniciar la necesidad de un cambio”. . . “Davis (1996) apoya esto al afirmar que una de las principales razones por las que las empresas fallan con TPM es porque el”. . . “la compañía no toma en serio el cambio. . .”, al igual que Maggard y Rhyne (1992). Por lo menos de 2 a 3 años, lo más probable es que se necesiten 5 años para una implementación total de TPM, pero si no hay urgencia para el cambio, esto podría tomar más tiempo.

Las tres compañías tenían estructuras organizativas de TPM, donde el gerente de TPM informaba directamente a la administración superior. La implementación de TPM fue facilitada por el pequeño número de capas de gestión en cada compañía. También siguieron los siete pasos de mantenimiento autónomo de Nakajima (1988) y emplearon el enfoque recomendado por JIPM. La Compañía A obtuvo el premio JIPM en 1995, la Compañía B en 1998 y la Compañía C en 1994. Aunque las tres compañías adoptaron diferentes pilares de TPM, todos emplearon mejoras; mantenimiento autónomo; Educación y entrenamiento; seguridad y mantenimiento de calidad. También utilizaron el despliegue de costos para ayudar a enfocar las actividades de mejora a las áreas donde se obtendrían los mayores beneficios. Para ayudar con esto y para respaldar los objetivos específicos que cada compañía se fijó a sí misma: la Compañía A usó el análisis de Pareto, la implementación del volumen de la Compañía B y el equilibrio de la línea de la Compañía C. Un fuerte enfoque en la capacitación de todo el personal fue evidente en las tres compañías.

Las empresas A y C han utilizado coordinadores / facilitadores de TPM para ayudar a implementar TPM en sus fábricas. La Compañía A empleó tres coordinadores de TPM para sus 700 empleados y la Compañía C 12 para sus 1,400 empleados. Por otro lado, la Compañía B, con solo 130 empleados, solo tenía su gerente de desempeño de clase mundial para implementar TPM.

3. Caso de estudio

3.1 Introducción

Como lo mencionamos en el planteamiento del problema OTT México Industries S.A de C.V. es una empresa de inyección y cromado de piezas plásticas para la industria automotriz. Dichas piezas plásticas deben cumplir cierta calidad solicitada por los clientes, dentro de esta calidad siempre está presente el aseguramiento de no tener presentes defectos como rayas, poros, quemaduras, faltas de adherencia, cambios de tono, faltas de metalizado, entre otros.

Estos defectos aparecen principalmente si los parámetros del proceso no son controlados, tales como la densidad de corriente, temperaturas y concentraciones de los químicos como:

- Cobre.
- Níquel.
- Cromo.



Figura 10 Línea de Cromado de OTT México Industries S.A de C.V.

Sabemos que otro de los factores que afectan directamente a la calidad del producto terminado, son los racks de cromado (Figura 11), bastidores con una estructura de latón o cobre, recubiertos de un plástico denominado plastisol y con puntos de contacto y sujeción de acero inoxidable (Figura 12) los cuales son los que hacen contacto y/o se sujetan las piezas a estos.

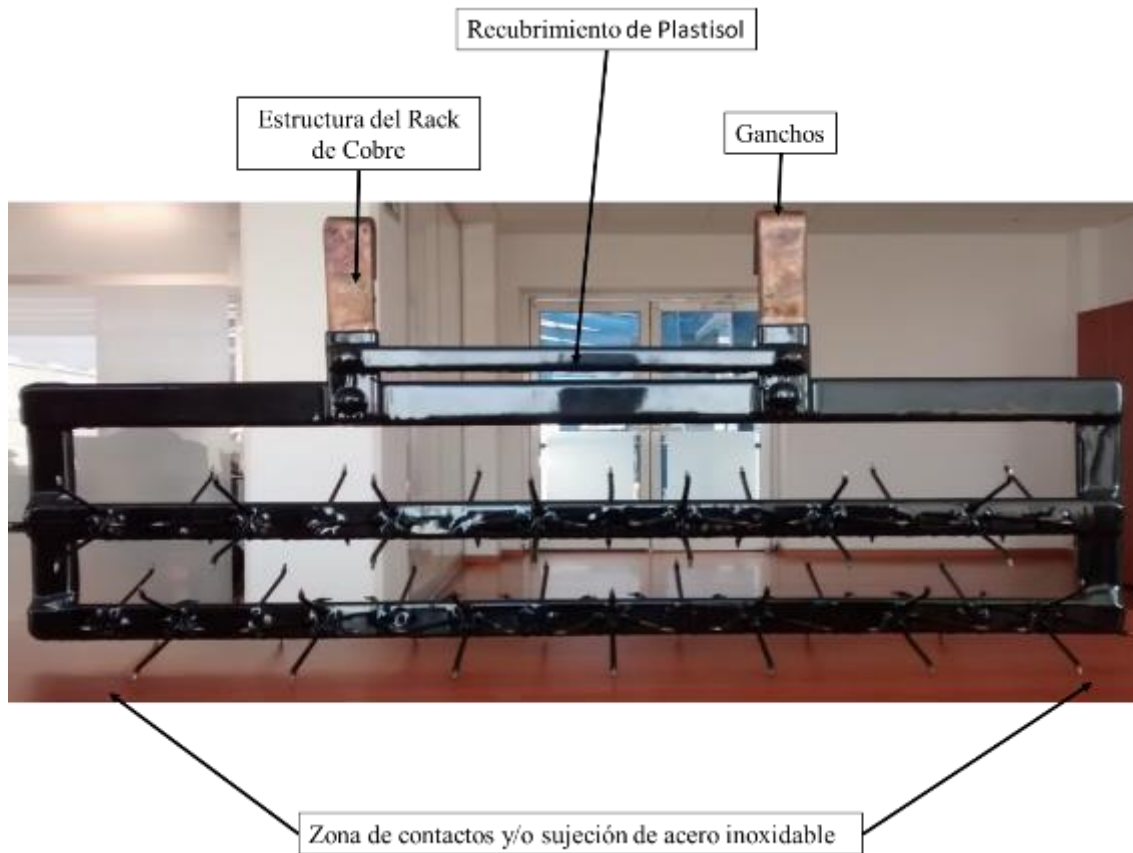


Figura 11 Componentes generales del rack de cromado.



Figura 12 Contacto y punto de sujeción de acero inoxidable.

Estos racks son herramientales, los cuales a través de su uso sufren desgaste lo que conlleva a que pierdan ciertas propiedades y características claves para su correcto funcionamiento, como la ruptura y/o adelgazamiento de los puntos de contacto y sujeción (Figura 13), adelgazamiento y degradación del plastisol (Figura 14) generando porosidad en la estructura del rack haciendo que los químicos del proceso se filtren y ataquen el material base, conocidos como corales (Figura 15), y esto a su vez provocando que los racks no puedan sujetar las piezas adecuadamente (Figura 16), contaminen las diferentes etapas del proceso, disminuya su capacidad productiva (Figura 17) y eleven el porcentaje de piezas no conformes.

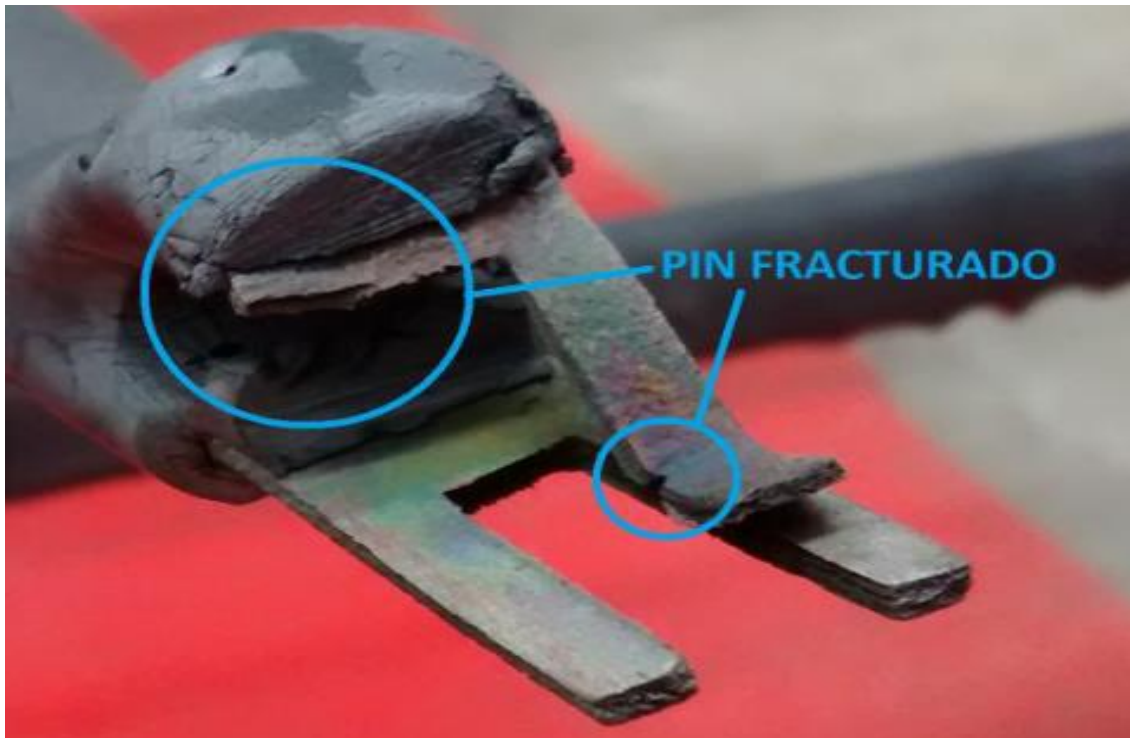


Figura 13 Ruptura y/o adelgazamiento de los puntos de contacto y sujeción



Figura 14 Degradación del plastisol.



Figura 15 Poro en plastisol atacado por los químicos del proceso – coral.



Figura 16 Punto de contacto y sujeción dañado con un deficiente agarre.



Figura 17 Racks con capacidad disminuida por caída de puntos de contactos y/o sujeción.

Como se muestra en las ultimas figuras, actualmente la mayoría de los racks de cromado en OTT México Industries S.A. de C.V. se encuentran en malas condiciones generando un alto

porcentaje de piezas no conformes, costos de sobreproducción, costos de almacenamiento, costos de inspección, costos de mano de obra debido a que no cuenta con ningún control o metodología a seguir para el correcto uso y mantenimiento de ellos.

3.2 Implementación de Mantenimiento Productivo Total - TPM

Para la implementación del Mantenimiento Productivo Total a los racks de cromado, seguimos la metodología tal como lo indicamos en nuestro marco teórico, comenzando con la etapa preparatoria:

Pasó 1 - Anuncio por parte de la administración a todos sobre la introducción de TPM en la organización:

Durante esta etapa se realizó una junta con la dirección de planta donde se explicó la finalidad y los beneficios de implantar TPM, con la finalidad de que el proceso y la metodología fuera totalmente comprendida, obtener el compromiso y la participación durante todas las etapas de la dirección de planta, con esto se hizo público mediante los tableros y pantallas informativas para todos dentro de la empresa.

Pasó 2: Educación inicial y propaganda para TPM:

Una vez anunciada la implementación por parte de la dirección de planta de la empresa, se definió al responsable para la campaña de información de TPM, con la finalidad de que todo el personal involucrado desde los gerentes hasta los operadores del área de enrracado y des-enrracado con la finalidad de que contaran con la información, motivación suficiente y erradicación de la resistencia al cambio para poder establecer la implementación sin problemas.

Pasó 3 - Estableciendo TPM y comités departamentales:

Una vez que el personal fue informado sobre la metodología TPM, se definieron a los departamentos y puestos que lideran la implementación del TPM para los racks de cromado, donde se involucra a todos los niveles jerárquicos de la empresa para una correcta integración y facilitara la correcta comunicación entre todos los niveles. Los puestos claves en este proceso son:

- Director de planta.
 - Ingeniero de herramientas.
 - Responsable de enrracado.
 - Responsable de racks.
 - Operadores de enrracado.
 - Capturistas del área de cromado.
-

Pasó 4 - Establecer objetivos del TPM:

El siguiente paso fue definir los objetivos a los cuales se busca llegar con la implementación del sistema de TPM en la compañía, con esto cada una de las áreas y puestos de trabajo cuenta con una referencia durante todo el proceso y se entiende hacia dónde van las actividades a implementar, los objetivos que se definieron son:

- Reducir el porcentaje de piezas no ok.
- Eliminar la contaminación del proceso por racks en mal estado que generan arrastres de químicos y corales.
- Contar con el 100% de la capacidad de los racks de cromado en todo momento.
- Reducir el tiempo de ajuste y enrraque de las piezas.
- Uso adecuado de los racks de cromado.
- Personal Auto-suficiente y eficaz.
- Crear un plan de mantenimiento de racks eficiente.

Paso 5 – Introducción con proveedores de fabricación y mantenimiento.

Una vez definidos los objetivos, se realizaron reuniones con los proveedores que realizan la fabricación y mantenimientos a los racks cromado, ya que la empresa no cuenta con el alcance, con la finalidad de informarles sobre la nueva metodología a implementar y llegar a acuerdos y lineamientos para el correcto suministro de los herramientas una vez estos sean fabricados y/o generado un mantenimiento preventivo haciendo uso de la metodología del Pilar 4 – Mantenimiento planificado y el Pilar 5 – Mantenimiento de calidad que definimos en nuestro punto 2.1.8 Pilares de TPM de nuestro marco teórico, con los ajustes necesarios de acuerdo a las necesidades de nuestro caso.

El primero punto que se definió en esta fase fue que los racks cuentan con un tiempo de vida de 400 ciclos, ya que después de esto, estos comienzan con problemas en los puntos de contactos, sujeción y el plastisol.

El segundo punto fue la definición del diseño de las dimensiones generales de cada uno de los nuevos racks, esto, debido a que las tinas del proceso de cromado, donde se sumergen cuentan con ciertas dimensiones, las cuales deben ser respetadas ya que de otra manera, no sería posible introducirlos en las tinas, tomando también en cuenta que fabricar racks que no aprovechen el área total disponible, tendrán como resultado una baja productividad ya que no se aprovechara toda el área disponible dentro del proceso.

En la Figura 18, se muestra el formato creado con las dimensiones generales para cada uno de los racks, donde es importante especificar que cada barra incluirá 2 racks, los cuales siempre serán idénticos, donde existirán pocas excepciones donde por los grandes tamaños de las piezas,

los racks se harán en 1 sola pieza, donde solo el ancho del rack pasara a ser el doble y las demás dimensiones seguirán siendo las mismas.

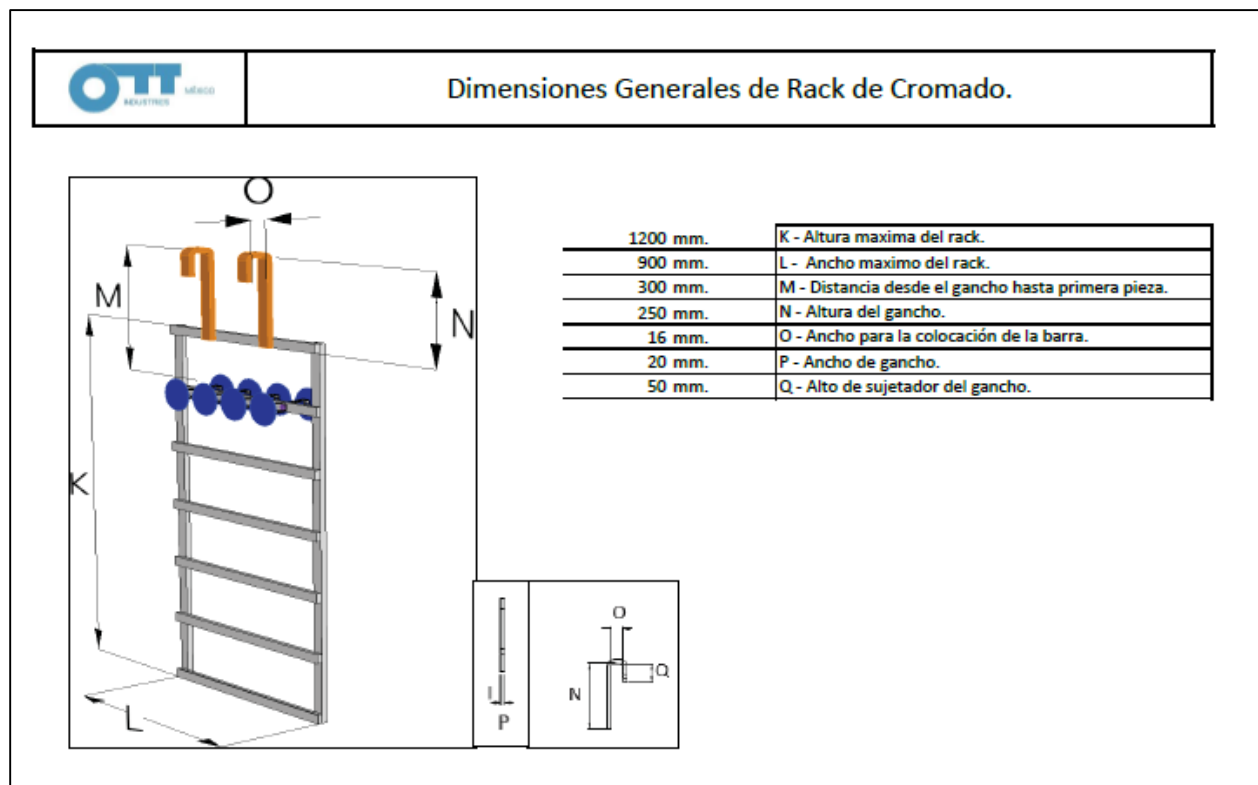


Figura 18 Formato de dimensiones generales para la fabricación de los racks de cromado.

El tercer punto que se definió en conjunto para esta etapa de trabajo en conjunto con los proveedores, es que cada rack de cromado que llegara de fabricación y/o mantenimiento seria evaluado tanto de manera visual como funcional, por lo cual se creó un formato que lleva por nombre “Check list recepción y validación de racks” el cual contiene la siguiente información:

1.- Información general:

- Fecha:
- Código del rack:
- No. de parte:
- Descripción:
- Cliente:
- No de parte cliente:
- Piezas por rack:
- Material base del rack:
- Dibujos del rack:

- Vueltas para validar:
- N.º de barra de montaje:
- Proveedor:

2.- Revisión visual; donde en conjunto con el proveedor en el momento de la entrega se revisa que este correctamente identificado con el número de parte del rack asignado, que el plastisol se encuentre en optimizas, que los puntos de contacto / sujeción estén correctamente ajustados y correspondan a las dimensiones indicadas en el dibujo y por último se realiza una prueba de arco eléctrico (Figura 19) para verificar que el plastisol no cuente con poros que generen corales y a su vez contaminación en el proceso, si en esta fase los resultados no fueran los óptimos el o los racks serían devueltos para los ajustes correspondientes, los puntos son:

- Rack limpio:
- Daños físicos:
- Embalaje:
- Placa de identificación (ID):
- Medidas correctas:
- Palometas:
- Plastisol (sin poros, huecos, etc.):
- Pines ajustados:
- Plástico a distancia de la barra:
- Diseño de acuerdo al 2D establecido:
- Bases alineadas:
- Medición de arcos eléctricos:



Figura 19 Prueba de arco eléctrico – plastisol con porosidad.

3.- Análisis funcional; una vez concluida la revisión visual y si esta fue satisfactoria se procede a pasar el rack a la línea de cromado, donde se registrara evidencia de los 5 primeros ciclos, evaluando que en estos el rack no suelte piezas y que no se generen los corales de químicos por porosidad en el plastisol, para asegurar el seguimiento físico, se crea el formato de “Identificación rack nuevo – mantenimiento” (figura 20 y figura 21) el cual se coloca físicamente en la barra y una vez que cada vuelta es evaluada y se ha tomado la evidencia correspondiente se marca con un punto el número del ciclo correspondiente.

		ID Rack Nuevo - Mantenimiento		
En validación				
1	2	3	4	5

Figura 20 Formato “Identificación rack nuevo – mantenimiento”

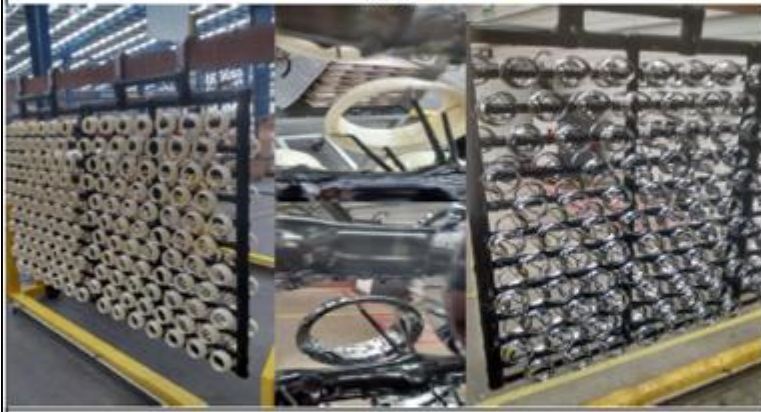


Figura 21 Formato “Identificación rack nuevo – mantenimiento” en barra con racks en validación con 1 ciclo.

Una vez terminados los 5 ciclos y si los resultados fueron satisfactorios el o los racks se consideran ok para su producción en serie y se procede a la liberación del o los racks firmando por los involucrados el formato de “Check list recepción y validación de racks” (figura 22):

- Ingeniero de herramentales.
- Ingeniero de calidad.
- Responsable de cromado
- Responsable de racks

		CHECK LIST RECEPCION Y VALIDACIÓN DE RACKS			
GENERALIDADES					
Fecha:	02/04/2018	Vueltes Para Validar:		5	
Código del Rack:	1185.1184	N.º de Barra de Montaje:		39	
No. de Parte:	BTM050Y01	Proveedor:		E.P. INSUMOS	
Descripción:	Knob Ring				
Cliente:	Bitron				
No de Parte Cliente:	12013170				
Piezas por Rack:	154 PZ				
Material Base del Rack:					
Dibujos del Rack:		FOLIO: 021			
PUNTOS A VERIFICAR		STATUS		COMENTARIOS	
Rack Limpio:	OK	NO OK	N/A		
Daños Físicos:	OK				
Enbalaje:	OK				
Placa De Identificación (ID):	OK				
Medidas Correctas:	OK				
Palometas:	OK				
Plástico (sin poros, huecos, etc.):	OK				
Pines Ajustados:	OK				
Plástico a Distancia De La Barra:		NO OK			
Diseño De Acuerdo al 2D Establecido:					
Buenos Aligned:	OK				
Medición de Arcos Eléctricos:	OK				
EVIDENCIA DE PUNTOS VERIFICADOS PREVIO A LAS VUELTAS				VEREDICTO DEL RACK	
 Se cheque ajuste de pines lo cual esta O.K. haciendo buen contacto				OK	
 plástico en zona de montaje en la barra en lugar que recorta para montar rack				NO OK	
				Comentarios: un recorta plástico en zona donde se monta el rack con la barra.	
VUELTA 1				VEREDICTO DEL RACK	
				OK	
				Comentarios: no se ven ninguna placa y salen coronadas todas las placas	
				NO OK	
				Comentarios:	

VUELTA 2 		VEREDICTO DEL RACK <table><tr><td>OK</td><td> </td></tr><tr><td colspan="2"> Comentarios: </td></tr><tr><td>NO OK</td><td></td></tr><tr><td colspan="2"> Comentarios: </td></tr></table>		OK		Comentarios:		NO OK		Comentarios:	
OK											
Comentarios:											
NO OK											
Comentarios:											
VUELTA 3 		VEREDICTO DEL RACK <table><tr><td>OK</td><td> </td></tr><tr><td colspan="2"> Comentarios: no se ve en ninguna photo. </td></tr><tr><td>NO OK</td><td></td></tr><tr><td colspan="2"> Comentarios: </td></tr></table>		OK		Comentarios: no se ve en ninguna photo.		NO OK		Comentarios:	
OK											
Comentarios: no se ve en ninguna photo.											
NO OK											
Comentarios:											
VUELTA 4 		VEREDICTO DEL RACK <table><tr><td>OK</td><td> </td></tr><tr><td colspan="2"> Comentarios: </td></tr><tr><td>NO OK</td><td></td></tr><tr><td colspan="2"> Comentarios: </td></tr></table>		OK		Comentarios:		NO OK		Comentarios:	
OK											
Comentarios:											
NO OK											
Comentarios:											

VUELTA 5		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	☒
		Comentarios:	
		NO OK	☐
		Comentarios:	
COMENTARIOS Y/O RECOMENDACIONES			
Durante los 5 ciclos de validación, los racks no presentaron ningún problema de caída de piezas y no se generó ningún coral en el plástico			
VEREDICTO DE ESTADO DEL RACK			
OK PARA PRODUCIR	☒	NO OK PARA PRODUCIR	☐
Elaboró: Eduardo Domínguez Juarez RESPONSABLE DE RACKS	Alejandro Santos INGENIERO DE CALIDAD	Alberto Aquino RESPONSABLE CROMADO	Daniel Morales Balbuena INGENIERO DE HERRAMIENTALES

Figura 22 “Check list recepción y validación de racks”

Paso 6 – Creación e implementación del plan maestro para el TPM.

Esta fase marca el inicio de la creación de un plan de mantenimiento autónomo para los racks de cromado, tomando en cuenta que algunos de los pasos ya fueron definidos en la etapa anterior con los proveedores, aquí comenzamos con la aplicación del que definimos en nuestro marco teórico como Pilar 1 – 5’s. Ya que la empresa no contaba con un espacio, orden e inventario de cada uno de los racks con los que cuenta de manera oficial, teniendo racks en espacios inapropiados como muestra la figura 23 y la figura 24, en diferentes áreas y desordenados, lo cual hacía de una labor descomunal el encontrar el o los racks de un producto en específico, cuando estos eran requeridos y no se encontraban montados dentro de las barras 94 barras disponibles de la línea de cromado, generando grandes tiempos muertos y actividades innecesarias.



Figura 23 Racks sin un área de almacenamiento designada



Figura 24 Racks de cromado desorganizados y dañados por el tipo de acomodo.

-
- | Age Group | Percentage |
|-----------|------------|
| 18-24 | 28% |
| 25-34 | 22% |
| 35-44 | 18% |
| 45-54 | 15% |
| 55-64 | 12% |
| 65-74 | 10% |
| 75-84 | 8% |
| 85+ | 7% |



Figura 26 5's – Almacén de racks de cromado.

Una vez completado el inventario y aplicadas las 5's, los resultados con los racks de cromado son: 1194 códigos asignados, de los cuales 190 son racks de producción en serie, 252 de productos de refacciones, 533 obsoletos, 209 que no existen físicamente y 10 en desarrollo.

A partir de este momento se comienza con la siguiente fase que es la creación del formato llamado “Ficha técnica rack”, nos basamos en los pilares Pilar 2 – Jishu Hozen (Mantenimiento autónomo) y Pilar 4 - Mantenimiento planificado este formato se compone de 2 pestañas, como se muestra en la figura 27, la pestaña denominada “ficha técnica” se diseñó para que contuviera los siguientes datos:

- Imagen del rack:
 - Descripción:
 - Cliente:
 - Cód. del rack:
 - Proveedor:
 - N.º de barra de montaje:
 - Vueltas para validar:
 - Código interno pieza:
 - No. de orden de compra:
 - Código cliente pieza:
 - Largo:
 - Ancho:
 - Altura:
 - Datos CAD:
-

- Vida (cantidad de vueltas):
- Piezas por rack:

Y los siguientes datos, los cuales son sustraídos de la segunda pestaña:

- Fecha de última prod.:
- Fecha última de m. total:
- M. preventivo (vueltas):

OTT INDUSTRIES MÉXICO		Ficha Técnica Rack			
Datos Generales					
	IMAGENES DE RACKS	Descripción:	Emblem H-Mark 84(Global)	Proveedor:	Cienfuegos
	Cliente:	Honda	N.º de Barra de Montaje:		
	Cód. del Rack:	1182	Vueltas Para Validar:	5	
	Código Interno Pieza:	HMIC34BY01	Dimensiones		
	No. De Orden de Compra:		Largo:		
	Código Cliente Pieza:	75701TVAAA000	Ancho:	900mm	
			Altura:	1500mm	
	Datos CAD				
	Vida (Cantidad de Vueltas):	400	Piezas por Rack:	154	
	Datos de Mantenimiento.				
Fecha de Última Prod.:	00/01/1900	Fecha Última de M. Total:	00/01/1900	M. Preventivo (Vueltas):	400
Ficha Técnica Registro del Rack +					

Figura 27 Pestaña ficha técnica del formato “Ficha técnica rack”

Como observamos, todos estos datos son los generales de cada uno de los racks, y es importante mencionar que para cada uno de los racks se elaboró un formato independiente con los la información única de cada rack.

La siguiente pestaña denominada “Registro del rack” que se muestra en la figura 28 es considerada la más importante y/o crítica para la implementación de nuestro sistema de TPM, ya que en dicha pestaña fue diseñada para contener toda la información histórica del rack, desde su fabricación hasta su último ciclo y su último mantenimiento recibido.

Producción		
Fecha de Producción	N.º de Vueltas	Total de Vueltas
13/03/2018	2	2
14/03/2018	3	5
15/03/2018	2	7
16/03/2018	2	9
17/03/2018	3	12
19/03/2018	1	13
20/03/2018	3	16
21/03/2018	2	18
22/03/2018	3	21
23/03/2018	3	24
24/03/2018	2	26
26/03/2018	3	29
27/03/2018	3	32
28/03/2018	1	33
29/03/2018	2	35
30/03/2018	2	37
31/03/2018	2	39
02/04/2018	2	41
03/04/2018	1	42
04/04/2018	3	45
05/04/2018	3	48
06/04/2018	2	50
07/04/2018	3	53
09/04/2018	2	55
10/04/2018	2	57

Figura 29 Producción – Parte asignada a la captura de ciclos dentro de la pestaña registro del rack.

La segunda parte corresponde al área de mantenimiento como se muestra en la figura 30, donde el responsable de racks es el responsable de descargar toda la información pertinente, esta parte del formato contiene las casillas de “Tipo de mantenimiento”, que se dividen en dos, “Total” y “Parcial”, “Total” cuenta con 2 tipos “Preventivo” y “Correctivo”, el “Preventivo” es aquel que se da cuando el rack se encuentra a 400 ciclos o antes y no requiere ninguna otra modificación más que el cambio de puntos de contactos y/o sujeción y la re-plastificación completa, a cambio del “Correctivo” que incluye, además de las actividades del “Preventivo”, alguna reparación menor en los ganchos o la estructura del rack, por último el “Parcial” se compone en alguna corrección realizado de manera interna, ya sea un ajuste de contactos o un pequeño parche de plastisol para recubrir algún poro presente en el rack, una vez que identificamos cual fue la actividad que se elaboró, en la siguiente casilla vacía, debajo de la actividad específica realizada se coloca la fecha en que se realizó.

Inmediatamente después de estas casillas se colocaron las casillas de “Realizo” la cual se divide en “Interno” o “Externo” donde se coloca el nombre y apellido del personal que realizo la

Esta parte culmina con “Observaciones” donde en caso de que sea un mantenimiento con un “”Externo” se deberá colocar un link del reporte completo del formato anteriormente mencionado “Check list recepción y validación de racks” y si fuera un “Parcial” únicamente se coloca con palabras las actividades realizadas.

Página 1

Es importante mencionar que aunado al registro de los “Mantenimientos totales” como se detalló, el responsable de racks, en la parte de producción deberá colocar los siguientes datos: en la casilla de fecha deberá colocar la descripción mantenimiento con la misma fecha en la que se realizó y en la casilla “N.º de vueltas” deberá colocar la sumatoria negativa que se lleve al momento en la casilla inteligente “Total de vueltas”, esto con la finalidad de regresar la casilla “Contador” que más adelante explicaremos a cero, esto se muestra en la figura 31:

Producción		
Fecha de Producción	N.º de Vueltas	Total de Vueltas
13/03/2018	2	2
14/03/2018	3	5
15/03/2018	2	7
16/03/2018	2	9
17/03/2018	3	12
19/03/2018	1	13
20/03/2018	3	16
21/03/2018	2	18
22/03/2018	3	21
23/03/2018	3	24
24/03/2018	2	26
26/03/2018	3	29
27/03/2018	3	32
28/03/2018	1	33
29/03/2018	2	35
30/03/2018	2	37
31/03/2018	2	39
02/04/2018	2	41
03/04/2018	1	42
04/04/2018	3	45
05/04/2018	3	48
06/04/2018	2	50
07/04/2018	3	53
09/04/2018	2	55
10/04/2018	2	57
Mantenimiento 15-04-18	-57	0
		0

Figura 31 Registro de un “Mantenimiento total” en el área de “Producción”

Por ultimo en la pestaña de registro del rack contamos con la zona del “Resumen” (figura 32) esta área se compone de 4 datos, los cuales son los fundamentales para el funcionamiento del rack, estos datos son “Sumatoria de vueltas” dato que se compone por todos los ciclos que el rack ha dado desde su fabricación o la implementación del TPM hasta su obsolescencia, continuamos con “Contador” que como su nombre lo dice es el que nos dice la cantidad de ciclos que lleva desde su ultimo “Mantenimiento total” a la fecha, la tercera es “Mant. preventivo a:” en la cual se especifica el dato anteriormente ya mencionado que es los 400 ciclos máximos para el mantenimiento preventivo del rack y por ultimo tenemos la casilla “Status” (figura 33), casilla formulada en base al “Contador” y que cuenta con 3 fases y colores: verde – ok, amarillo – alerta y rojo – mantenimiento, el estatus verde – ok se encuentra activo desde el ciclo 0 al ciclo 299, el estatus amarillo – alerta de 300 a 399 ciclos y el estatus rojo – mantenimiento de 400 en adelante.

Sumatoria de Vueltas	Contador	Mant. Preventivo a:	Status
299	299	400	Ok

Figura 32 Resumen – Parte asignada para visualizar el estatus general de ciclos dentro de la pestaña registro del rack.

Sumatoria de Vueltas	Contador	Mant. Preventivo a:	Status
57	57	400	Ok
Sumatoria de Vueltas	Contador	Mant. Preventivo a:	Status
793	398	400	Alerta
Sumatoria de Vueltas	Contador	Mant. Preventivo a:	Status
795	400	400	Mantenimiento

Figura 33 Resumen en sus 3 diferentes estatus.

Por último se colocó un candado para cuando se llega a los 400 ciclos, donde el formato arroja una notificación para tomar las acciones necesarias a la brevedad.

Para culminar, este formato es esencial en la implementación y seguimiento de nuestra metodología de Mantenimiento Productivo Total, ya que con este y los pasos a seguir aseguramos la etapa de mantenimiento programado y autónomo, así evitando la producción con racks en condiciones no ok y alto porcentaje de piezas no conformes.

Otro de los pilares importantes en la metodología TPM que en nuestro marco teórico es el Pilar 6 – Entrenamiento, el cual es fundamental para nuestra aplicación, ya que los operadores, principalmente del área de enrracado, pueden influir en el desempeño de los racks en el proceso, ya que de no conocer la posición en la cual colocar las piezas o desajustar los contactos y/o puntos de sujeción, pueden influir en el porcentaje de piezas no conformes, ya que se podrían tener piezas caídas en el proceso que a la larga contaminan el proceso por quedar varadas en alguna de las tinas o piezas deformes por contactos y/o puntos de sujeción desajustados o con un alta presión.

Para poder reducir el porcentaje de incidencias en este punto, se ocupó el formato de “Ayuda visual” (Figura 34) para el proceso de enrraque de las piezas en el proceso de cromado, la finalidad de este formato es que todos y cada uno de los operadores tengan la capacidad de poder colocar cada una de las piezas en la posición correcta, asegurando su fijación y dirección, sobre este formato se colocan fotografías para que así el operario complete su actividad sin inconveniente. Es importante mencionar que cada una de estas ayudas visuales es elaborada por el

Ingeniero de herramientas a la par en la que se desarrolla el “Check list recepción y validación de racks” en su etapa de revisión visual, con la finalidad de que la “Ayuda visual” este disponible para la primera vuelta de cada uno de los racks.

		AYUDA VISUAL		Código del Documento: AV-Vw/M13302500-312/313/314/315	
Cliente:	Descripción de la Pieza:	Número de Parte Cliente	Número de Parte LTM	Proceso:	
Vw	Emblem Rear JETTA GP ø 100mm	5C6.853.630.F.ULM	Vw/M13302500	ENRRACADO	



Elaborado por:	Nombre:	Firma		Aprobado por:	Nombre:	Firma	
	José Eduardo Hernández Herrera				Daniel Morales Balbuena		
	Puesto:				Puesto:		
	Ing. De Herramientas Jr.	Fecha:	11-Oct-17		Ing. De Herramientas	Fecha:	11-Oct-17

Nivel de Revisión:	Fecha de Revisión:	Descripción del Cambio:
0	11/10/2017	EMISIÓN

Figura 34 Formato de “Ayuda visual”

Para completar esta actividad se colocó 1 juego de copias de “Ayudas visuales” (Figura 35) por cada 2 posiciones de enrracado como se muestra en la Figura 36, las cuales se ordenan por cliente y fueron colocadas ahí con la finalidad de que los operadores las tenga a su disposición así evitando tiempos muertos en estar buscando en carpetas o anaqueles.



Figura 35 “Ayudas visuales” colocadas en el área de enrracado.



Figura 36 Distribución de “Ayudas visuales” por cada 2 estaciones en área de enrracado.

3.3 Resultados de la implementación de Mantenimiento Productivo Total - TPM

Para esta etapa es muy importante mencionar que los resultados y ritmo de trabajo objetivo se obtendrán entre 1 año y medio y 2 años máximos dependiente de la disponibilidad de los racks y la disponibilidad financiera para implementar los mantenimientos preventivos necesarios ya que de los 190 racks de producción en serie, durante una evaluación visual de porosidad, degradación

del plastisol (Piel de elefante) y contactos y/o puntos de sujeción dañados se encontraron 71 en muy malas condiciones y 56 en un estado aun aceptable pero cerca de comenzar a presentar fallas, es importante recalcar que el mantenimiento preventivo actualmente toma 4 semanas por rack, teniendo una capacidad para reparar de 8 racks simultáneamente.

Uno de los primeros pares de racks en los que se implementó nuestra metodología TPM y se le aplico un mantenimiento preventivo fueron el 1054 y 1055, los cuales se encontraban en una condición bastando deplorable con más de la mitad de los contactos rotos, el plastisol con bastantes fisuras que ocasionaban corales, defectos que se muestran en las figuras 37 y 38.



Figura 37 Rack 1054 con alto deterioro en el plastisol y los puntos de contacto / sujeción.



Figura 38 Puntos de contacto / sujeción dañados y plastisol con fisuras que generan corales.

Se realizó un análisis para identificar la cantidad de piezas no conformes, donde se estudió 5 ciclos de este par de racks para obtener el porcentaje de eficiencia en cuanto a piezas producidas y que se muestra en la figura 39, también así identificando cada uno de los defectos con esto delimitar aquellos que son causados por el proceso y aquellos causados por la condición de los racks, siendo el mayor defecto piezas con falta de metalizado (figura 40) esto debido a que los puntos de contacto / sujeción se encuentran en muy malas condiciones y por ultimo de manera general con un total de 770 piezas, se obtuvieron 264 piezas ok (34%), 506 (66%) no ok y de este 66% de piezas no conformes: 23 piezas (4.5%) por el proceso y 483 piezas (95.5%) por la condición del rack.

	REPORTE DE PRODUCCIÓN	Fecha:	No. Parte LTM:
	AREA: CROMADO	26/04/2018	BTM030Y01
		Inspector:	Descripción:
		VARIOS	SHELL LHMVRED

Figura 39 Reporte de inspección cromado – Análisis previo de eficiencia racks 1054 y 1055

[illegible]

Figura 40 Reporte de inspección cromado – Análisis de causas específicas de piezas no conformes.

Como lo especificamos anteriormente este par de racks fueron enviados a mantenimiento preventivo que como lo mencionamos consistió en el cambio y ajuste del 100% de los puntos de contacto / sujeción, la eliminación del plastisol en el rack y aplicación de plastisol nuevo con la reducción de porosidad en este, con un máximo de 10 poros por rack. Durante la primera recepción del mantenimiento como se muestra en la figura 41, estos fueron retornados ya que estos presentaron fallas de:

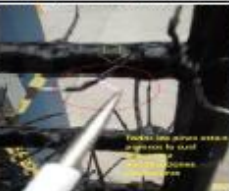
- Mal empaque y traslado, dañando los contactos.
- Alto porcentaje de porosidad en el plastisol que genera corales del material químico.
- Falta de colocación de identificación en ambos racks.



CHECK LIST RECEPCION Y VALIDACIÓN DE RACKS

GENERALIDADES	
Fecha:	04/06/2017
Código del Rack:	1054 Y 1055
No. de Parte:	BTM000001
Descripción:	KNOS RING
Cliente:	BITRON
No de Parte Cliente:	12015170
Piezas por Rack:	154
Material Base del Rack:	Cobre
Dibujos del Rack:	SI
Vueltes Para Validar: 5	
N.º de Tierra de Montaje: 10	
Proveedor: E.P INSUMOS	
DIMENSIONES	
LARGO: 1.21mts	
ANCHO: 0.85mts	
ALTO: 1.43mts	
FOLIO: 0001	

PUNTOS A VERIFICAR	STATUS			COMENTARIOS
	OK	NO OK	N/A	
Rack Limpio:	OK			
Defectos Físicos:		NO OK		En el empaque y transporte se dañaron pines (doblados)
Embalaje:	OK			
Placa De Identificación (ID):		NO OK		No la tiene
Medidas Correctas:	OK			
Palometas:	OK			
Plástico (sin poros, huecos, etc.):		NO OK		Pines tienen poros ya que la capa de plástico es muy delgada
Pines Ajustados:		NO OK		Se ajusta todos los pines
Plástico a Distancia De La Barra:	OK			
Cableo De Acuerdo al 2D Establecido:				
Bases Alineadas:	OK			
Medición de Arcos Eléctricos:		NO OK		Cantidad: 100% pines con poros

EVIDENCIA DE PUNTOS VERIFICADOS PREVIO A LAS VUELTAS		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
Comentarios: Llegan rack en empaque no adecuado lo cual provoca que se dañen los pines, el plástico está muy delgado en el recubrimiento de los mismo y no se garantiza mucho tiempo en que comienza a metalizarse se ajustan racks ya que no sujetaban las piezas			
		No OK	
Comentarios:			

VUELTA 1		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
Comentarios:			
		No OK	
Comentarios: No se usa ninguna pieza en apertura física se van bien pero los pines se metalizaron lo que es un problema para la duración de 400 días y posible contaminación al proceso por amastre de material.			

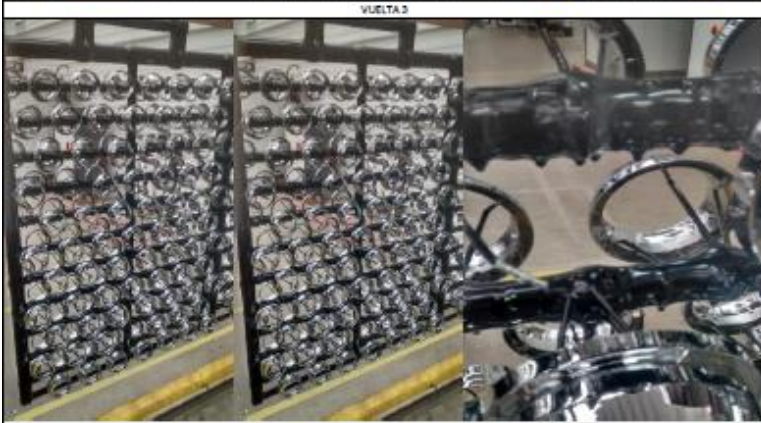
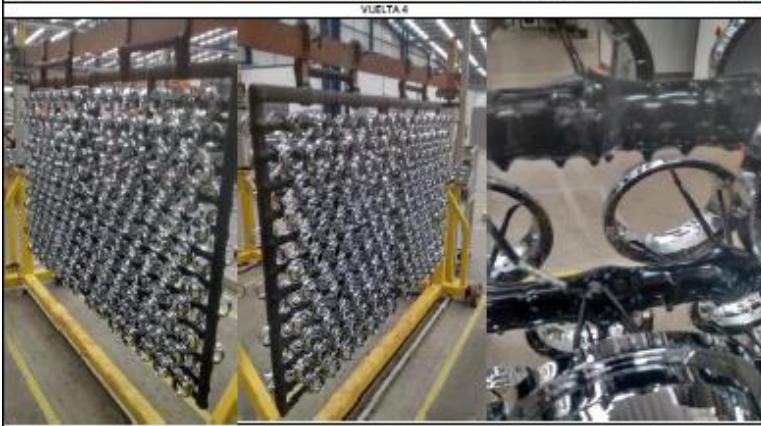
VUELTA 2 	VEREDICTO DEL RACK <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1008 289 1248 363">OK</td><td data-bbox="1248 289 1364 363"></td></tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1008 363 1364 457">Comentarios: Salen pines metalizados moderadamente, no se cae ninguna pieza y rack se mantienen sin necesidad de ajustar</td></tr> <tr> <td data-bbox="1008 457 1248 531">No OK</td><td data-bbox="1248 457 1364 531"></td></tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1008 531 1364 611">Comentarios: Continúan los pines metalizados, no se cae ninguna pieza y rack se mantienen sin necesidad de ajustar</td></tr> </table>	OK		Comentarios: Salen pines metalizados moderadamente, no se cae ninguna pieza y rack se mantienen sin necesidad de ajustar		No OK		Comentarios: Continúan los pines metalizados, no se cae ninguna pieza y rack se mantienen sin necesidad de ajustar	
OK									
Comentarios: Salen pines metalizados moderadamente, no se cae ninguna pieza y rack se mantienen sin necesidad de ajustar									
No OK									
Comentarios: Continúan los pines metalizados, no se cae ninguna pieza y rack se mantienen sin necesidad de ajustar									
VUELTA 3 	VEREDICTO DEL RACK <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1008 705 1248 779">OK</td><td data-bbox="1248 705 1364 779"></td></tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1008 779 1364 873">Comentarios:</td></tr> <tr> <td data-bbox="1008 873 1248 947">No OK</td><td data-bbox="1248 873 1364 947"></td></tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1008 947 1364 1029">Comentarios: Se sigue presentando el metalizado en los contactos, lo cual ocasiona contaminación dentro del proceso, se detiene el proceso de evaluación y se regresa para su correcto mantenimiento.</td></tr> </table>	OK		Comentarios:		No OK		Comentarios: Se sigue presentando el metalizado en los contactos, lo cual ocasiona contaminación dentro del proceso, se detiene el proceso de evaluación y se regresa para su correcto mantenimiento.	
OK									
Comentarios:									
No OK									
Comentarios: Se sigue presentando el metalizado en los contactos, lo cual ocasiona contaminación dentro del proceso, se detiene el proceso de evaluación y se regresa para su correcto mantenimiento.									
VUELTA 4	VEREDICTO DEL RACK <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1008 1123 1248 1197">OK</td><td data-bbox="1248 1123 1364 1197"></td></tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1008 1197 1364 1291">Comentarios:</td></tr> <tr> <td data-bbox="1008 1291 1248 1365">No OK</td><td data-bbox="1248 1291 1364 1365"></td></tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1008 1365 1364 1449">Comentarios:</td></tr> </table>	OK		Comentarios:		No OK		Comentarios:	
OK									
Comentarios:									
No OK									
Comentarios:									

VUELTA 5		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
		Comentarios:	
		No OK	
		Comentarios:	
COMENTARIOS Y/O RECOMENDACIONES			
Se cancela la recepcion y evaluacion del rack a la tercera vuelta por debido al poco espesor de plastisol aplicado a los racks y a la alta incidencia de poros en los puntos de Contacto / sujecion.			
VEREDICTO DE ESTADO DEL RACK			
OK PARA PRODUCIR		NO OK PARA PRODUCIR	
Elaboró: Eduardo Dominguez Juarez RESPONSABLE DE RACKS	Alejandro Barrios INGENIERO DE CALIDAD	Alberto Aquino RESPONSABLE CROMADO	Daniel Morales Balbuena INGENIERO DE HERRAMIENTALES

Figura 41 “Check list recepción y validación de racks” - 0001- 1054 Y 1055- Knob Ring – rechazado.

Después de haber regresado por garantía el par de racks al proveedor y este realizo las correcciones pertinentes, los racks fueron nuevamente evaluados y durante esta segunda recepción, ambos racks pasaron la evaluación visual y del arco eléctrico al 100% presentando una alta calidad en el plastisol, y el ajuste de los nuevos puntos de contacto /sujeción. También así, la evaluación funcional durante los 5 ciclos fue totalmente satisfactoria ya que durante los 5 ciclos como nos lo muestran las Figuras 42, 43 y 44, el porcentaje de piezas satisfactorias por racks fue del 100%, sin problemas de sujeción y cero formación de corales, únicamente contando con 7 piezas no aceptables (quemadas) en el ciclo 4, debido a ajustes en el proceso.

		CHECK LIST RECEPCION Y VALIDACIÓN DE RACKS			
GENERALIDADES					
Fecha:	09/07/2017	Vueltas Para Validar:		5	
Código del Rack:	1054 Y 1055	N.º de Barra de Montaje:		49	
No. de Parte:	BTM030Y01	Proveedor:		E.P INSUMOS	
Descripción:	ENCO RUNG				
Cierre:	BTRON	DIMENSIONES			
No de Parte Cliente:	12013170	LARGO	ANCHO	ALTO	
Piezas por Rack:	154				
Materia Base del Rack:	Cobre	FOLIO: 0004			
Dibujo del Rack:	SI				
PUNTOS A VERIFICAR	STATUS			COMENTARIOS	
	OK	NO OK	N/A		
Rack Limpio:	OK				
Daños Físicos:	OK				
Embalaje:	OK				
Placa De Identificación (ID):	OK				
Medidas Correctas:	OK				
Palometas:	OK				
Plástico (sin poros, huecos, etc.):	OK				
Pines Ajustados:	OK				
Plástico a Distancia De La Barra:	OK				
Diseño De Acuerdo al 2D Establecido:	OK				
Bases Alineadas:	OK				
Medición de Arco Eléctrico:	OK			Cantidad:	100% LIBRE DE POROS OK
EVIDENCIA DE PUNTOS VERIFICADOS PREVIO A LAS VUELTAS				VEREDICTO DEL RACK	
				OK	
				Comentarios: PLASTICOL OK EN ZONA DE BARRA, LAS PALOMETAS OK ASI COMO LAS PLACAS DE IDENTIFICACION Y POR POROS LOS PINES ESTAN OK A PESAR DEL RECURRIMIENTO QUE ESTA OBLIGADO.	
				NO OK	
Comentarios:					
VUELTA 1				VEREDICTO DEL RACK	
				OK	
				Comentarios: LAS PIZAS ESTAN OK Y NO SE HA CAIDO NINGUNA.	
				NO OK	
Comentarios:					

VUELTA 2		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
		Comentarios: NO SE CAEN LAS PIEZAS Y EL CROMADO ESTA OK.	
		NO OK	
		Comentarios:	
VUELTA 3		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
		Comentarios: NO SE CAEN LAS PIEZAS Y EL CROMADO ESTA OK.	
		NO OK	
		Comentarios:	
VUELTA 4		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
		Comentarios: NO SE CAEN LAS PIEZAS Y EL CROMADO ESTA OK. UNICAMENTE SE PRESENTAN 7 PIEZAS QUEMADAS EN LAS ESQUINAS, DEBIDO AL PROCESO DE ARRANQUE.	
		NO OK	
		Comentarios:	

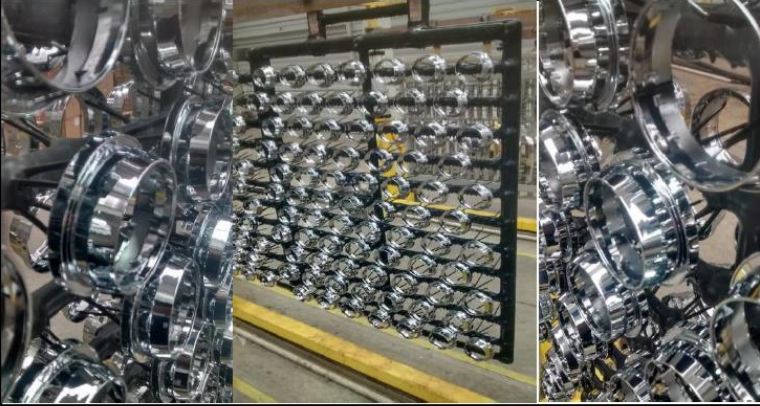
VUELTA 5		VEREDICTO DEL RACK	
		OK	
		Comentarios: TERMINA OK LAS 5 VUELTAS SIN NECESIDAD DE AJUSTE EN PINES YA QUE NO HUBO CAIDA DE PIEZAS.	
NO OK		Comentarios:	
COMENTARIOS Y/O RECOMENDACIONES			
VEREDICTO DE ESTADO DEL RACK			
OK PARA PRODUCIR	OK	NO OK PARA PRODUCIR	
Elaboró: Eduardo Dominguez Juarez RESPONSABLE DE RACKS	Alejandro Barrios INGENIERO DE CALIDAD	Alberto Aquino RESPONSABLE CROMADO	Daniel Morales Balbuena INGENIERO DE HERRAMIENTALES

Figura 42 “Check list recepción y validación de racks” - 0001- 1054 Y 1055- Knob Ring – aceptado.

	REPORTE DE PRODUCCIÓN		Fecha:			No. Parte LTM:										
			26/04/2018			BTM030Y01										
	AREA: CROMADO		Inspector:			Descripción:										
			VARIOS			SHELL LHM NAV PED										
Enracado por:	Item	Barra	Lote Cromado	Fecha	Inspector	Produccion			Inspección			Total de Piezas				T'SCRAP POR BARRA
						1er	2do	3er	1er	2do	3er	OK	RETRABA JO	NO OK	Total	
												763	0	7	770	1%
Raello Perros	1	49	514575	11/07/2018	Guadalupe Salas			X	X			154	0	0	154	0%
Pasillo Hernandez	2	49	514903	12/07/2018	Guadalupe Salas			X	X			154	0	0	154	0%
Raello Perros	3	49	515089	13/07/2018	Guadalupe Salas			X	X			154	0	0	154	0%
Fernando Serrano	4	49	515344	16/07/2018	Guadalupe Salas		X			X		147	0	7	154	5%
Josue Martinez	5	49	515721	17/07/2018	Guadalupe Salas	X				X		154	0	0	154	0%

Figura 43 Reporte de inspección cromado – análisis post mantenimiento de eficiencia racks 1054 y 1055.

- La transmisión y comprensión en su totalidad de las necesidades, metodologías, información y calidad hacia los proveedores y miembros de la organización.
- Tiempos de mantenimientos y tiempos de requerimientos de los racks para la producción.

Sin embargo con el tiempo, paciencia, capacitación y sobretodo comunicación entre todas las partes e involucrados, la metodología TPM implementada fue fluyendo y haciendo evidentes los buenos resultados, donde se obtuvo:

- El compromiso, satisfacción y sentido de pertenencia del personal, haciéndolos parte fundamental del funcionamiento de la metodología implementada en base a la filosofía TPM
- La comunicación interna en la organización y los proveedores mejoro, ya que se definieron las necesidades productivas y de mantenimiento de los racks de cromado.
- La reducción en los porcentajes de productos no conformes en la línea de cromado, que son en promedio del 65% en productos con racks sin mantenimientos, dejándolo en 1% en los racks con el mantenimiento de acuerdo a la metodología implantada.
- Reducción en la sobreproducción de la inyección de los componentes correspondiente al 65% de piezas no conformes en la línea de cromado.
- Creación de un almacén de racks correctamente identificados y protegidos contra el daño por golpes y manejo.
- Reducción en los tiempos de cambio de racks en la línea de cromado de 40 minutos en promedio a 5 minutos con la creación del almacén.

4.2 Recomendaciones.

Para poder tener un resultado altamente satisfactorio en OTT, es conveniente continuar trabajando sobre la metodología implementada, adoptándola día a día en la vida y actividades de los colaboradores y proveedores, con un alto compromiso de la dirección para la continua capacitación, motivación y enfoque, ya que la metodología TPM implementada debe entenderse que es a largo plazo para ver el resultado ideal en todos los racks de cromado y a su vez en el proceso, siempre teniendo como prioridad la mejora en base a las experiencias y resultados que se obtengan durante todo este largo proceso.

Es importante recalcar que para toda técnica y filosofía de mejoramiento el factor fundamental es el ser humano, debemos aprender a tener una actitud dispuesta al cambio constante y al mejoramiento continuo, es la única forma para lograr un cambio que afecte de manera positiva el rumbo de cualquier empresa.

5. Referencias.

- MATRICES, MOLDE Y UTILLAJES, Camarero de la Torre. (2003)
 - CROMO: LO BUENO Y LO MALO, LOS INICIOS DE UNA HISTORIA, Coreño, Tomasini y Reyna. (2010)
 - MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO, Maloney. (2008)
 - HANDBOOK OF PLASTIC PROCESSES, Harper. (2006)
 - MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO, Perry. (1934)
 - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, Agustiady y Cudney. (2016)
 - UN ENFOQUE ANALÍTICO DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, Dounce. (2006)
 - TPM HACIA LA COMPETITIVIDAD A TRAVÉS DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN, Cuatrecasas. (2003)
 - TPM Y APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL, Alvarez. (2008)
 - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, Borris. (2006)
 - http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf
 - (Venkatesh, An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM), pag. 6)
 - AN INTRODUCTION TO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM), Venkatesh.
 - A STUDY OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IMPLEMENTATION, Ireland y Dale.
-

6. Anexos.



Huejotzingo Puebla a 30 de Julio del 2018.

Dr. Prudencio Fidel Pacheco García
Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad

Por este medio le informamos que el Ing. Daniel Morales Balbuena, alumno del Posgrado en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, ha concluido satisfactoriamente en nuestra empresa el proyecto titulado "Reducción del porcentaje de piezas no conformes mediante la creación de la metodología para la administración y mantenimiento de los racks para el proceso de cromado", en el área de Ingeniería, conscientes de los requerimientos que el Ing. Daniel Morales Balbuena debe cumplir al realizar este trabajo como su tesis para la obtención del grado de Maestro.

Las actividades generales del proyecto consistieron en el desarrollo de un Procedimiento Documentado y la creación de todos los formatos necesarios para la correcta gestión y control de los racks de cromado, asegurando su correcto uso y gestión de los mantenimientos preventivos en tiempo y forma, con los cuales se logró reducir significativamente los porcentajes de producto no conforme, lo que a su vez generó una reducción en re-procesos, sobre producción y almacenamiento de los primeros productos involucrados en este proyecto, por último cumpliendo con los requerimientos 8.5.1.5 – Mantenimiento Productivo Total de la norma IATF 16846:2016, para estos herramientas.

Queremos enfatizar la importancia que tiene para nosotros la información a la que tuvo acceso el alumno y hacerles notar que deseamos mantener en confidencialidad la información de dicho proyecto por lo que solicitamos que la tesis tenga un registro de confidencial al ser entregada a la Universidad.

Agradeciendo de antemano su atención, reciba un cordial saludo



Gennaro Corvino

Gerente de Producción - +52 1 222 617 7741.



OTT MÉXICO INDUSTRIES S.A. DE C.V.
R.F.C. LTA 030801 USA
CIRCUITO ESTEBAN ANTUÑANO 26
HUEJOTZINGO, PUEBLA, TEXMEX, CP 76500

Ciruito Esteban de Antuñano # 26 Lt. 5 Mz. 2
Parque Industrial Ciudad Textil de Puebla
Huejotzingo Pue. Cp. 76100
Tel. (227) 278 37 20 Fax. (227) 278 34 88.
R.F.C. LTA 030801USA.
www.opentechnologytrading.com

Bibliografía

Camarero de la Torre, J. (2003) Matrices, moldes y utillajes.

Coreño, A; Tomasini, A; Reyna, G. (2010) Cromo: lo bueno y lo malo, los inicios de una historia.

Peng, K. (2012) Equipment Management in the Post-Maintenance Era – A New Alternative to Total Productive Maintenance (TPM).

Ortiz, C. (2015) The TPM Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner.

Willmott, P; McCarthy, D. (2001) TPM - A Route to World-Class Performance.

Tina Kanti, T; Cudney, E. (216) Total Productive Maintenance Strategies and Implementation Guide.

Levitt, J (2010) TPM Reloaded - Total Productive Maintenance.

McCarthy, D; Rich, N. (2015) Lean TPM - A Blueprint for Change.

Productivity Press, (2005) TPM COLLECTED PRACTICES & CASES.

Borris, S. (2006) Total Productive Maintenance.

Attri, R; Grover, S; Dev, N; Kumar. D. (2012) Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM).

Ireland, F; Dale, B.G. (2001) A study of total productive maintenance implementation.

Ahuja, I.P.S; Khamba J.S. (2007) An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise.

Attri, R; Grover, S; Dev, N; Kumar. D. (2011) An ISM approach for modelling the enablers in the implementation of Total Productive Maintenance (TPM).

Venkatesh, J. (2006) An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM) - http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml

Ahmed, S; Hassan, M; Taha, Z. (2005) TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation.

García, J. (2011) El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos.

Hernández, A; Escobar, C; Larios, J; Noriega, S. (2014) Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial.

Martínez, R. (2015) Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Aplicación en una empresa industrial.

Alvarez, H (2008) TPM y APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL.

Roberts, J. (1997) TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM).

Fonseca, M; Bezerra, U; Cabra, J; Reyes, T. (2015) Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants.